



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore: Civile e Ambientale
LM-23 o 28/S: Ingegneria civile LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile

Tema n. 1

Si proceda a una descrizione comparativa dei materiali da costruzione, declinandone le caratteristiche salienti dal punto di vista strutturale, nonché la concezione progettuale e gli ambiti realizzativi che consentono di ottimizzarne la prestazione.

Tema n. 2

Si illustrino gli aspetti fondamentali inerenti alla sicurezza strutturale, con particolare riferimento al metodo degli stati limite, per un edificio di nuova costruzione.

Tema n. 3

Si descrivano i criteri di dimensionamento delle condotte e i materiali più utilizzati nella progettazione di una rete di acquedotto o di fognatura nera.

[Handwritten signatures and initials]



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

Thema n. 1

Der Kandidat muss eine vergleichende Gegenüberstellung von Baumaterialien liefern, die ihre wichtigsten Eigenschaften aus bautechnischer Sicht sowie das Entwurfskonzept und die Konstruktionsbereiche, die eine Optimierung ihrer Leistung ermöglichen, darlegt.

Thema n. 2

Der Kandidat erläutert die grundlegenden Aspekte der statischen Sicherheit, insbesondere des semiprobabilistischen Teilsicherheitskonzept der Grenzzustände, für die Planung eines neuen Gebäudes.

Thema n. 3

Der Kandidat erklärt die Kriterien für die Dimensionierung von Rohrleitungen und die am häufigsten verwendeten Materialien bei der Planung eines Wasserleitungs- oder Abwassernetzes.

Th

B

L

F

M

M



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

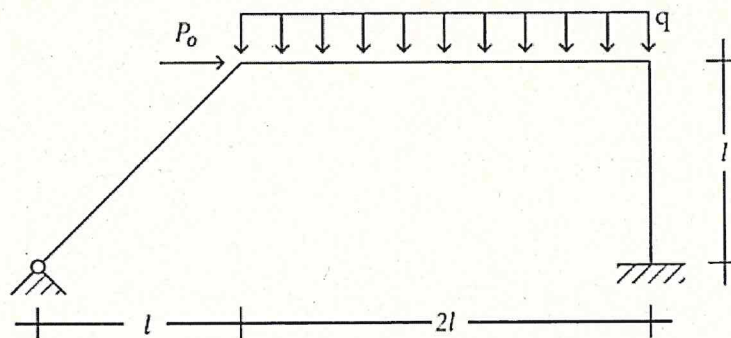
PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore: Civile e Ambientale
LM-23 o 28/S: Ingegneria civile

Tema n. 1

Con riferimento allo schema strutturale del telaio bidimensionale illustrato in figura, si sviluppino i seguenti punti:

- soluzione dello schema strutturale e rappresentazione grafica delle azioni interne quotate, assumendo i valori $P_o = 15kN$, $q = 20kN/m$, $l = 5m$;
- predimensionamento di massima della struttura, trascurando tutti gli effetti fuori piano e specificando il materiale prescelto;
- descrizione dei possibili meccanismi di collasso;
- illustrazione dei passaggi richiesti per l'analisi dinamica, assumendo che il carico orizzontale sia variabile con la legge sinusoidale $P(t) = P_o \sin \omega t$.



Tema n. 2

Si descriva l'iter procedurale della progettazione strutturale di un edificio residenziale situato nel comune di Bologna (altitudine 54 m s.l.m.). L'edificio ha una pianta di 10 m x 30 m con 3 piani fuori terra. In particolare, si sintetizzi l'impostazione generale del progetto strutturale, con la descrizione delle soluzioni tecniche e dei materiali adottati e si illustrino i criteri per il dimensionamento e la verifica di alcuni degli elementi strutturali principali e dei dettagli costruttivi di maggior rilievo. Si includano inoltre alcuni semplici elaborati grafici utili alla comprensione del progetto.

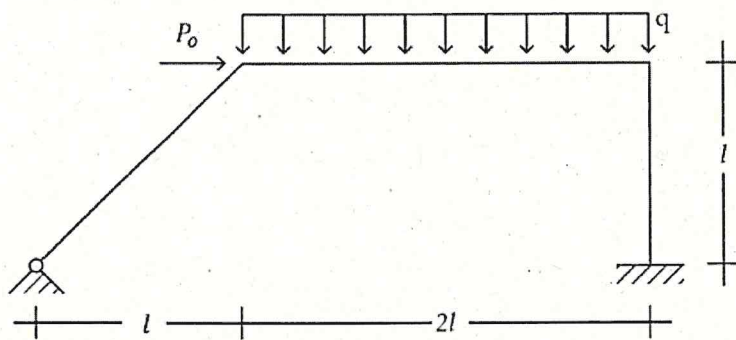
Handwritten signatures and initials at the bottom of the page.



Thema n. 1

Unter Bezugnahme auf das in der Abbildung dargestellte statische Systems des zweidimensionalen Rahmens wird der Kandidat aufgefordert, folgende Punkte zu entwickeln

- Lösung des Tragwerksschemas und grafische Darstellung der ermittelten inneren Schnittgrößen, unter Annahme der folgenden Lasten $P_0=15\text{kN}$, $q=20\text{kN/m}$, $l=5\text{m}$;
- Grobe Vordimensionierung der Struktur unter Vernachlässigung aller Effekte aus der Ebene und unter Angabe des frei gewählten Materials;
- Beschreibung der möglichen Einsturzmechanismen;
- Veranschaulichung der für die dynamische Analyse erforderlichen Schritte unter der Annahme, dass die horizontale variable Last mit dem Sinusgesetz $P(t)=P_0 \sin \omega t$ angreift.



Thema n. 2

Der Kandidat beschreibt das Verfahren für den statischen Entwurf eines Wohngebäudes in der Gemeinde Bologna (54 m über dem Meeresspiegel). Das Gebäude hat einen Grundriss von 10 m x 30 m mit 3 oberirdischen Geschossen. Der Kandidat sollte insbesondere die allgemeinen Grundzüge der Tragwerksplanung mit einer Beschreibung der technischen Lösungen und der verwendeten Materialien zusammenfassen und die Kriterien für die Bemessung und Überprüfung einiger der wichtigsten Strukturelemente und der wichtigsten Konstruktionsdetails erläutern. Fügen Sie auch einige einfache Grafiken ein, die für das Verständnis des Projekts nützlich sind.

Th B [Signature] [Signature] [Signature]



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore: Civile e Ambientale

LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

Tema n. 1

Ai sensi del Codice dei Contratti Pubblici vigente, si descrivano i contenuti minimi che deve avere il progetto esecutivo di rifacimento di un tratto ammalorato di argine golenale di un fiume di pianura, identificandone i parametri di dimensionamento e verifica.

Tema n. 2

Si descrivano i contenuti minimi che deve avere il progetto di fattibilità tecnico economica di un'opera pubblica relativa alla realizzazione di un impianto idroelettrico, scegliendo una delle seguenti categorie: (i) ad acqua fluente, (ii) a bacino oppure (iii) ad accumulazione. Si descrivano inoltre i principi di dimensionamento idraulico.

Tema n. 3

Per progettare un impianto di depurazione rivolto al trattamento di acque reflue urbane derivanti da sola fognatura nera, e finalizzato al rispetto dei limiti di legge allo scarico per le zone sensibili ad eutrofizzazione secondo le Tabelle 1 e 2 dell'Allegato 5 alla parte Terza del D.Lgs. 152/06, si sviluppi:

- lo schema di flusso, compresa una descrizione sintetica delle motivazioni che hanno portato alla scelta di ogni singolo comparto della linea acqua e della linea fanghi;
- i calcoli di dimensionamento del solo sistema a fanghi attivi.

Per sviluppare tali quesiti, si assuma la seguente caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque reflue grezze:

- portata media in ingresso: $Q_{24} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$;
- composti organici: $\text{COD} = 500 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 = 250 \text{ mg/L}$
- solidi: $\text{SST} = 230 \text{ mg/L}$
- composti azotati: $\text{TKN} = 40 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_4\text{-N} = 30 \text{ mg/L}$
- fosforo: $\text{P} = 4.5 \text{ mg/L}$

La temperatura minima invernale è di 12°C , mentre la temperatura massima estiva è di 20°C . Per i parametri non indicati nel testo si assumano valori tipici.

Chi B [signature] S A [signature]



Thema n. 1

Gemäß dem geltenden Kodex für öffentliche Aufträge muss der Antragsteller die Mindestinhalte beschreiben, die das Ausführungsprojekt für den Wiederaufbau eines beschädigten Dammabschnitts eines Tieflandflusses haben muss, und die Parameter für die Dimensionierung und Überprüfung angeben.

Thema n. 2

Der Kandidat soll die Mindestinhalte beschreiben, die das technische und wirtschaftliche Durchführbarkeitsprojekt für ein öffentliches Bauvorhaben zur Realisierung eines Wasserkraftwerks haben muss, wobei eine der folgenden Kategorien zu wählen ist: (i) Flusslauf, (ii) Stausee oder (iii) Speicher. Bitte beschreiben Sie auch die hydraulischen Bemessungsgrundsätze.

Thema n. 3

Für den Entwurf einer Kläranlage zur Behandlung von kommunalem Abwasser, das ausschließlich aus Schwarzwasser stammt, und zur Einhaltung der gesetzlichen Einleitungsgrenzwerte für eutrophierungsgefährdete Gebiete gemäß den Tabellen 1 und 2 des Anhangs 5 des dritten Teils des Gesetzesdekrets 152/06, muss der Kandidat Folgendes entwickeln:

- das Fließschema, einschließlich einer kurzen Beschreibung der Gründe für die Wahl jedes einzelnen Kompartiments der Wasserleitung und der Schlammleitung
- die Berechnungen zur Dimensionierung nur des Belebtschlammsystems.
- Bei der Ausarbeitung dieser Fragen geht der Kandidat von folgender qualitativer und quantitativer Charakterisierung des Rohabwassers aus
- mittlerer Durchfluss Zulauf: $Q_{24} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$;
- organische Verbindungen: $\text{COD} = 500 \text{ mg/L}$, $\text{BOD}_5 = 250 \text{ mg/L}$
- Feststoffe: $\text{SST} = 230 \text{ mg/L}$
- Stickstoffverbindungen: $\text{TKN} = 40 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_4\text{-N} = 30 \text{ mg/L}$
- Phosphor: $\text{P} = 4,5 \text{ mg/L}$

Die Mindesttemperatur im Winter beträgt 12°C und die Höchsttemperatur im Sommer 20°C . Für Parameter, die nicht im Text angegeben sind, werden typische Werte angenommen.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA – SECONDA SESSIONE 2024

Settore: Civile e Ambientale
LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile

Tema n. 1

Partendo dai riferimenti all'apparato normativo relativo agli interventi in un centro storico, ad esempio nel contesto trentino, si illustrino le metodologie di conoscenza e gli strumenti per il progetto di riuso di un manufatto residenziale di tre piani, costruito con sistemi tradizionali e inserito in una cortina edilizia di pregio. In particolare si illustri come analizzare i caratteri costruttivi dell'edificio, il suo stato di conservazione per comprendere il valore architettonico e storico al fine di delineare gli obiettivi nel progetto di riuso abitativo. Inoltre, si illustrino alcune tecniche atte a conservare e valorizzare l'edificio nel suo insieme, ipotizzando alcuni interventi tecnici (anche con schemi grafici) su elementi architettonici e strutturali, a scelta.

Tema n. 2

Si descrivano le principali fasi di progettazione di un edificio residenziale (6 unità abitative di circa 90/100 m², disposte su 3 piani), sito in un lotto rettangolare di 40 x 30 m. collocato in una zona pianeggiante, individuata dal PRG come residenziale di espansione (indice fondiario: superficie coperta 0,20 e indice volumetrico: 2 m³ / m²). Il lotto rettangolare è lambito sul lato lungo (40 m) da una strada comunale posta ad ovest. Si chiede di illustrare le metodologie di conoscenza del contesto e le normative di riferimento da adottare nel progetto. In particolare si definiscano i principi della concezione tipologica, architettonica, strutturale e tecnologica dell'edificio, illustrando graficamente alcuni schemi di massima e dettagli costruttivi a scelta del candidato.

Th B AR SP AN LM



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

Thema n. 1

Der Kandidat veranschaulicht, ausgehend von den normativen Grundlagen in Bezug auf Eingriffe in einem historischen Ortszentrum, z. B. im Trentino, die Wissensmethoden und -werkzeuge für das Projekt der Wiederverwendung eines bestehenden dreistöckigen Wohngebäudes, das mit traditioneller Bauweise gebaut und Teil eines prestigeträchtigen Gebäudekomplexes ist. Insbesondere soll aufgezeigt werden, wie die Konstruktionsmerkmale des Gebäudes analysiert werden können, um seinen architektonischen und historischen Wert zu ermitteln und die Ziele des Projekts zur Wiederverwendung des Wohngebäudes zu integrieren. Zeigen Sie außerdem einige Techniken zur Erhaltung und Aufwertung des Gebäudes als Ganzes auf, indem Sie einige technische Eingriffe (auch mit grafischen Diagrammen) an architektonischen und strukturellen Elementen Ihrer Wahl vorschlagen.

Thema n. 2

Der Kandidat sollte die wichtigsten Entwurfsphasen eines Wohngebäudes (6 Wohneinheiten von ca. 90/100 m², auf 3 Etagen) beschreiben, das sich auf einem rechteckigen Grundstück von 40 x 30 m in einem flachen Gebiet befindet, das im DFP als Wohnbebauung ausgewiesen ist (Bodenindex: überbaute Fläche 0,20 und Volumenindex: 2 m³/m²). Das rechteckige Grundstück wird an der langen Seite (40 m) von einer Gemeindestraße im Westen begrenzt. Der Kandidat soll die Methoden der Kontexterkenntnis und die normativen Vorschriften für das Projekt erläutern. Insbesondere sind die Grundsätze der typologischen, architektonischen, strukturellen und technologischen Konzeption des Gebäudes zu definieren, wobei einige Grundrisse und Konstruktionsdetails nach Wahl des Kandidaten grafisch dargestellt werden sollen.

Thi B L S M H



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA – SECONDA SESSIONE 2024

Settore dell'informazione
LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni LM-18 o 23/S - Informatica LM-32 o 35/S - Ingegneria informatica

Tema n. 1

Si discutano le principali metodologie di modulazione numerica, di ampiezza, di fase e miste ampiezza-fase, evidenziandone pregi e difetti.

Tema n. 2

Si descrivano le tecniche di codifica di sorgente di immagini fisse basate su trasformate coseno-discrete, con particolare enfasi sullo standard di codifica JPEG.

Tema n. 3

Si descriva il problema della codifica di sorgente di segnali video, menzionando le tecniche principali e le problematiche inerenti la compressione e la trasmissione del segnale.

Tema n. 4

Si descriva cosa si intende per:

- liberazione di risorse non più utilizzate da oggetti/strutture,
- liberazione di memoria non più utilizzata
- garbage collection e garbage collector,
- dangling pointer e memory.

Th R L S N M



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore dell'informazione
LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni

Tema n. 1

Si considerino i seguenti due scenari applicativi che richiedono lo sviluppo di un sistema di telecomunicazioni digitale point-to-point con caratteristiche differenti:

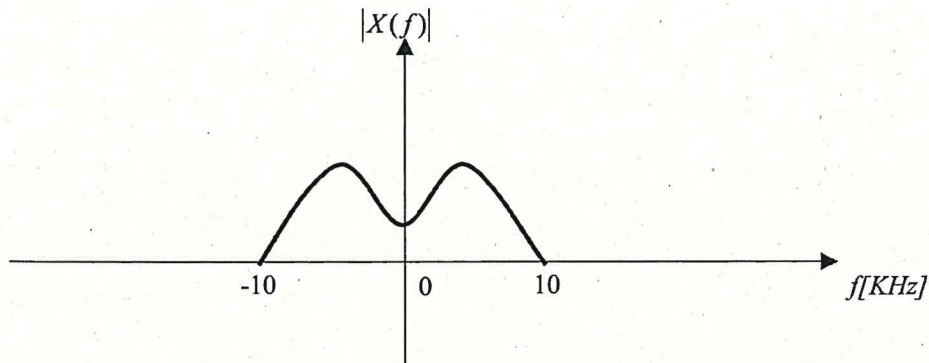
1. Si devono trasmettere in banda-base, su cavo coassiale, 10 segnali audio digitali codificati PCM, con qualità telefonica. Il canale introduce rumore additivo gaussiano bianco ed occasionalmente rumore impulsivo che può degradare in modo consistente la trasmissione del segnale digitale.
2. Si devono trasmettere su un canale satellitare geostazionario in banda Ka 10 segnali video ad alta qualità codificati MPEG2 (bit-rate di ogni segnale 2Mb/s). Il canale introduce rumore additivo gaussiano bianco ed un'attenuazione dovuta alla pioggia che è superiore a 15dB con probabilità pari a 10^{-3} . Inoltre, si suppone che gli amplificatori di potenza a bordo satellite introducano distorsioni di inviluppo del segnale non trascurabili, mentre si suppone trascurabile la distorsione di fase.

Per ciascuno dei due suddetti scenari, si progetti lo schema a blocchi di un sistema di telecomunicazioni in grado di effettuare la trasmissione in maniera affidabile. Per ciascun blocco si delineino le principali funzionalità e le tecniche realizzative adottate.

Tema n. 2

Un segnale audio $x(t)$ la cui larghezza di banda è pari a 10KHz ed il cui spettro in ampiezza è rappresentato nella figura sottostante viene campionato mediante un campionatore "sample and hold", il cui filtro di ritenuta è dapprima considerato con risposta all'impulso rettangolare di ampiezza unitaria e durata T_c .

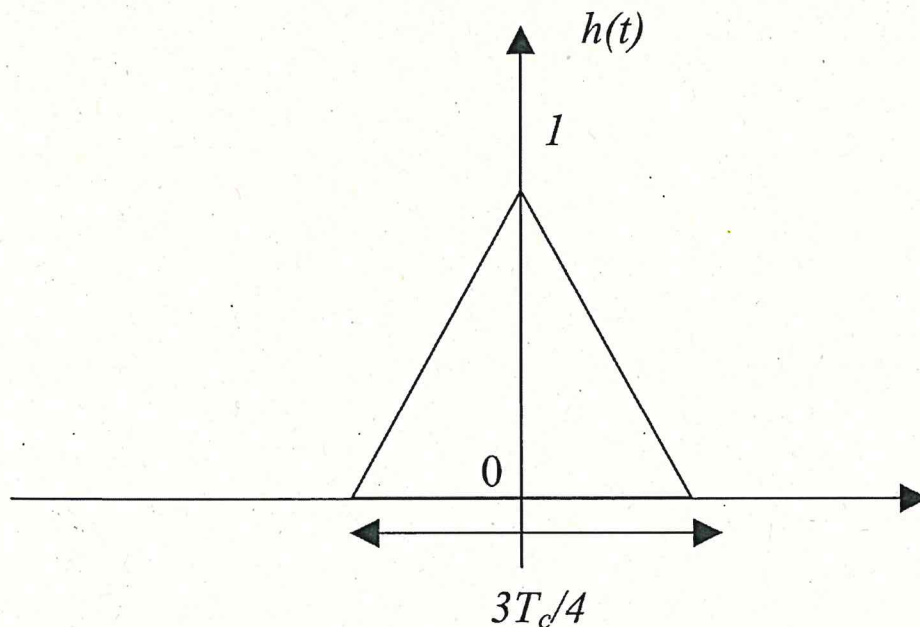
Thi. Ps. [Signature] [Signature] [Signature] [Signature]



Sotto queste ipotesi si richiede di:

1. Ricavare il valore del periodo di campionamento T_c tale per cui venga introdotta tra le diverse repliche generate nel dominio delle frequenze una banda di guardia pari a 5KHz;
2. Indicare (eventualmente in maniera grafica) come deve essere fatta la risposta in frequenza di un filtro in grado di ricostruire in maniera indistorta il segnale campionato, a partire dalla replica in banda-base.

Supponiamo, adesso, che il filtro di trattenimento abbia la risposta all'impulso descritta nella figura sottostante (il valore di T_c è lo stesso ricavato al punto 1):



Si determini, in questo caso, come deve essere fatto il filtro di ricostruzione del segnale campionato, a partire dalla sua replica in banda-base.

Handwritten notes: This is all ~~of~~ *the* *signal*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore dell'informazione
LM-18 o 23/S - Informatica LM-32 o 35/S - Ingegneria informatica

Tema n. 1

Si sviluppi un algoritmo per rilevare le corrispondenze tra due immagini, A e B, di dimensioni $W \times H$.

Le immagini possono essere considerate matrici di pixel, dove ciascun pixel è rappresentato da un valore numerico tra 0 e 255. Si supponga che ogni pixel nella posizione $[x, y]$ di A debba essere cercato nell'immagine B in corrispondenza della posizione $[x-d, y]$, con d variabile tra 0 e D (parametro dato in input all'algoritmo).

Per stabilire le corrispondenze, l'algoritmo deve individuare per ciascun pixel in A il pixel in B con la differenza di valore assoluto minore, considerando quindi più simili i pixel con differenze minime. Se il range di ricerca supera i limiti dell'immagine (ad esempio, se $x-d$ risulta negativo), si assegni a quella corrispondenza una differenza infinita. L'algoritmo produrrà come output una nuova immagine, C, nella quale a ciascun pixel verrà attribuito il valore d per cui la differenza con il pixel in A è minima.

E' consentito sviluppare l'algoritmo in pseudo-codice o in un linguaggio a scelta.

Si indichi inoltre la complessità computazionale rispetto ai valori W , H e il range di ricerca D in termini di tempo di calcolo e della memoria necessaria.

Tema n. 2

Un'organizzazione di gestione di piste sciistiche desidera sviluppare un sistema di monitoraggio avanzato per garantire la sicurezza dei suoi utenti e ottimizzare la gestione della pista.

Si ipotizzi di voler utilizzare un sistema basato su telecamere per monitorare una pista lunga 1 km, con una telecamera ogni 100 metri. Ogni telecamera registra a una risoluzione di 1080p con un frame rate di 30 fps e compressione H.264 con un bit rate medio di 5 Mbps.

I requisiti richiesti sono:

- Rilevazione di eventuali comportamenti anomali o pericolosi (es. cadute, movimenti inconsueti).

Phi *BS* *AK* *SE* *N* *seu*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

- Monitoraggio dei livelli di affollamento per identificare situazioni di congestione in particolari aree della pista.
- Integrazione con un sistema di notifica per inviare informazioni e avvisi di sicurezza agli sciatori tramite un'app mobile.
- Robustezza del sistema rispetto a condizioni meteorologiche difficili in ambiente montano (es. basse temperature, scarsa visibilità).

Non ci sono vincoli stringenti sulla tipologia dei sensori, ma è richiesto di preferire soluzioni che ottimizzino i costi di acquisizione, installazione e manutenzione. L'architettura del sistema dovrà gestire una base di dati centralizzata e garantire la privacy degli utenti, inviando allarmi in caso di rilevamento di comportamenti a rischio.

Si richiede di analizzare i seguenti aspetti, motivando le scelte:

- Tipologia di sensori da impiegare e modalità di connessione tra dispositivi.
- Modalità per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati, con eventuali tecniche di intelligenza artificiale per il riconoscimento di comportamenti anomali.
- Diagramma del flusso dell'informazione e delle notifiche di allerta.
- Inoltre si richiede di specificare:
 - La quantità totale di dati generata in un'ora di monitoraggio continuo.
 - La capacità minima di rete necessaria per trasmettere i dati in tempo reale al server centrale, considerando tutte le telecamere attive.

Th B AL S An M



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore industriale
LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica
LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica
LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare

Tema n. 1

Si descrivano le modalità di prova per la determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali (trazione, compressione, flessione e torsione); si scelga quindi a piacere una delle tre classi principali di materiali (polimerici, metallici, ceramici) e si descriva in maniera dettagliata la correlazione tra struttura, microstruttura e proprietà meccaniche. Per tale classe di materiali, si descrivano le principali correlazioni tra processo produttivo e proprietà meccaniche risultanti.

Tema n. 2

Si espungano le principali componenti di un sensore di forza, mostrando una procedura di realizzazione.

- Definire il concetto di trasduttore e le principali relazioni fisiche alla base del funzionamento degli estensimetri.
- Illustrare come si procederebbe alla taratura di tale sensore, mostrare il procedimento matematico.
- Approfondire gli schemi di montaggio elettrico con particolare riferimento al ponte di Wheatstone.

Tema n. 3

La politica energetica promossa dalla Commissione Europea è orientata verso la decarbonizzazione del sistema energetico, con l'obiettivo di ridurre drasticamente gli impatti sul clima. Gli obiettivi da conseguire entro il 2050 includono un taglio dell'80% nelle emissioni di gas serra rispetto ai livelli registrati nel 1990. Si scelga un settore dell'ingegneria industriale e, parlando di produzione di energia elettrica o di efficienza energetica negli usi finali, si descrivano gli aspetti tecnici e le criticità nell'attuazione dei piani per raggiungere l'obiettivo zero emissioni.



Thema n. 1

Der Kandidat erklärt die Prüfverfahren zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen (Zug, Druck, Biegung und Torsion). Wählen Sie dann eine der drei Hauptklassen von Werkstoffen (polymere, metallische, keramische) und beschreiben Sie detailliert den Zusammenhang zwischen Struktur, Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften. Beschreiben Sie für diese Werkstoffklasse die wichtigsten Zusammenhänge zwischen dem Herstellungsverfahren und den resultierenden mechanischen Eigenschaften.

Thema n. 2

1. Erläutern Sie die Hauptkomponenten eines Kraftsensors und zeigen Sie ein Verfahren zu deren Realisierung auf.

a. Definieren Sie das Konzept des Aufnehmers und die wichtigsten physikalischen Zusammenhänge, die der Funktionsweise von Dehnungsmessstreifen zugrunde liegen.
b. Veranschaulichen Sie, wie die Kalibrierung eines solchen Sensors durchgeführt würde, und zeigen Sie das mathematische Verfahren.

c. Diskutieren Sie elektrische Schaltpläne unter besonderer Berücksichtigung der Wheatstone-Brücke.

Thema n. 3

Die von der Europäischen Kommission geförderte Energiepolitik ist auf die Dekarbonisierung des Energiesystems ausgerichtet, mit dem Ziel, die Auswirkungen auf das Klima drastisch zu reduzieren. Zu den Zielen, die bis 2050 erreicht werden sollen, gehört eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 80 % gegenüber dem Stand von 1990. Der Kandidat wählt einen Bereich der Industrietechnik aus und beschreibt die technischen Aspekte und kritischen Fragen bei der Umsetzung von Plänen zur Erreichung von Nullemissionen, indem er über Energieerzeugung oder Endenergieeffizienz spricht.

Thi B AL \$ N MY



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore industriale
LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica

Tema n. 1

Un campione in materiale polimerico a forma di parallelepipedo avente spessore $B = 8$ mm ed altezza $W = 20$ mm ha un intaglio acuto nella sezione centrale di lunghezza $a = 10$ mm. Il campione è soggetto ad una flessione in tre punti a temperatura ambiente, con distanza tra gli appoggi $S = 80$ mm (vedi Figura 1). Il campione si frattura quando il carico applicato F è pari a 300 N. Facendo riferimento alle informazioni riportate in Tabella 1, si determini:

- (a) Il fattore critico di intensità degli sforzi (K_{Ic}) per il materiale polimerico in esame.
- (b) La forza necessaria per fratturare lo stesso materiale polimerico in forma di provino Compact Tension (CT), di dimensioni $W = 50$ mm e $B = 10$ mm, avente un intaglio acuto di dimensione $a = 25$ mm.
- (c) Considerando per il materiale polimerico in questione nella configurazione CT uno sforzo a snervamento (σ_y) pari a 50 MPa, si verifichi se la condizione sul limite di plasticizzazione all'apice della cricca è soddisfatta.
- (d) Si descriva in termini generali la procedura sperimentale per determinare il fattore critico di intensità degli sforzi (K_{Ic}), evidenziando quali verifiche sono necessarie per soddisfare il rispetto delle condizioni imposte dalla meccanica della frattura lineare elastica (LEFM).

Handwritten signatures and initials: Gi B, [signature], [signature], [signature], N, [signature]



Figura 1

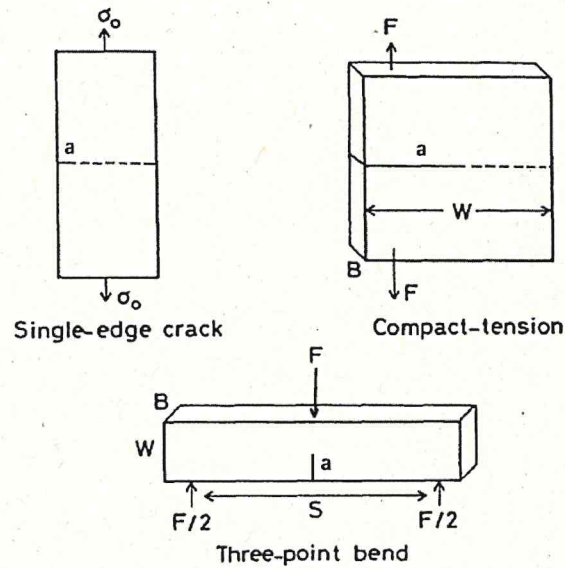


Tabella 1

Geometry	Expression for K_I
Single-edge crack	$K_I = \sigma(\pi a)^{1/2} \left[1.12 - 0.23 \left(\frac{a}{W} \right) + 10.55 \left(\frac{a}{W} \right)^2 - 21.71 \left(\frac{a}{W} \right)^3 + 30.38 \left(\frac{a}{W} \right)^4 \right]$ $\sigma = F/WB$
or	$K_I = 1.12\sigma(\pi a)^{1/2} a/W \rightarrow 0$
Three-point bend	$\sigma = 3SF/2BW^2$ $S = 8W$ $K_I = \sigma(\pi a)^{1/2} [1.11 - 1.55(a/W) + 7.71(a/W)^2 - 13.5(a/W)^3 + 14.2(a/W)^4]$ $S = 4W$ $K_I = \sigma(\pi a)^{1/2} [1.09 - 1.73(a/W) + 8.20(a/W)^2 - 14.17(a/W)^3 + 14.55(a/W)^4]$
Compact tension	$K_I = \sigma(\pi a)^{1/2} [16.7 - 104.7(a/W) + 369.9(a/W)^2 - 573.8(a/W)^3 + 360.5(a/W)^4]$ $\sigma = F/WB$

Phi R 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



Tema n. 2

(a) Si consideri un composito unidirezionale resina epossidica/fibre di vetro continue, con il 60% in volume di fibra di vetro E, sottoposto a trazione in direzione delle fibre. Lo sforzo a rottura ed il modulo elastico delle fibre sono rispettivamente 1800 MPa e 76 GPa, mentre le stesse proprietà per la matrice sono rispettivamente 60 MPa e 2.4 GPa. Si calcoli il modulo di elasticità e la resistenza a rottura del composito in direzione longitudinale, oltre alla frazione del carico (in percentuale) sopportato dalle fibre.

(b) Si consideri un laminato composito unidirezionale resina epossidica/fibre di vetro. Si calcoli la frazione in volume di fibre necessaria per avere un modulo longitudinale del composito pari a 10 volte quello della matrice. Inoltre, mantenendo inalterata la frazione totale volumetrica di fibra e sostituendo parte delle fibre di vetro con fibre di carbonio, si determini la frazione volumetrica di fibre di carbonio necessaria per raddoppiare il modulo elastico longitudinale del composito. Si assumano i seguenti dati per il modulo elastico delle fibre di vetro, di carbonio e della resina epossidica: $E_{fg} = 76 \text{ GPa}$, $E_{fc} = 300 \text{ GPa}$, $E_m = 2.5 \text{ GPa}$.

(c) Si descrivano le principali matrici termoplastiche utilizzate nei materiali compositi, ed i principali vantaggi (e svantaggi) dei compositi termoplastici rispetto ai compositi a matrice termoindurente.

98 B AL E M

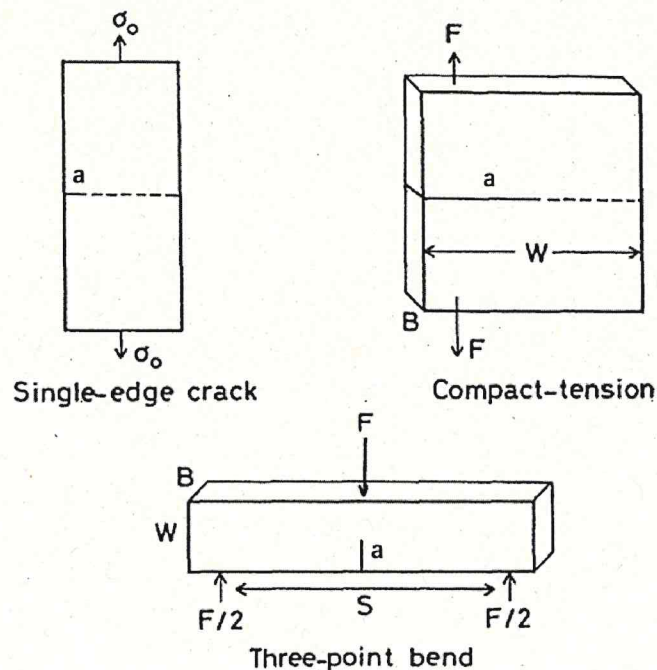


Thema n. 1

Ein Probekörper aus polymerem Werkstoff in Form eines Quaders mit der Dicke $B = 8$ mm und der Höhe $W = 20$ mm hat im Mittelteil eine spitze Kerbe der Länge $a = 10$ mm. Die Probe wird bei Raumtemperatur einer Dreipunktbiegung mit einem Abstand $S = 80$ mm zwischen den Auflagern unterzogen (siehe Abbildung 1). Die Probe bricht, wenn die aufgebrachte Last F 300 N beträgt. Bestimmen Sie unter Bezugnahme auf die in Tabelle 1 enthaltenen Informationen:

- Den kritischen Spannungsintensitätsfaktor (K_{Ic}) für das zu prüfende polymere Material.
- Die Kraft, die erforderlich ist, um den gleichen Polymerwerkstoff in Form einer Compact Tension (CT)-Probe mit den Abmessungen $B = 50$ mm und $B = 10$ mm zu brechen, die eine spitze Kerbe mit der Abmessung $a = 25$ mm aufweist.
- Prüfen Sie, ob die Bedingung der Plastifizierungsgrenze an der Risspitze erfüllt ist, wenn für das betreffende polymere Material in der CT-Konfiguration eine Fließspannung (σ_y) von 50 MPa angenommen wird.
- Beschreiben Sie in allgemeiner Form das experimentelle Verfahren zur Bestimmung des kritischen Spannungsintensitätsfaktors (K_{Ic}) und geben Sie an, welche Nachweise erforderlich sind, um die Bedingungen der linear-elastischen Bruchmechanik (LEFM) zu erfüllen.

Abbildung 1



Chi B AL S N lug



Tabelle 1

Geometry	Expression for K_I
Single-edge crack	$K_I = \sigma(\pi a)^{1/2} \left[1.12 - 0.23\left(\frac{a}{W}\right) + 10.55\left(\frac{a}{W}\right)^2 - 21.71\left(\frac{a}{W}\right)^3 + 30.38\left(\frac{a}{W}\right)^4 \right]$ $\sigma = F/WB$
	or
Three-point bend	$K_I = 1.12\sigma(\pi a)^{1/2} a/W \rightarrow 0$ $\sigma = 3SF/2BW^2$ $S = 8W$ $K_I = \sigma(\pi a)^{1/2} [1.11 - 1.55(a/W) + 7.71(a/W)^2 - 13.5(a/W)^3 + 14.2(a/W)^4]$ $S = 4W$
Compact tension	$K_I = \sigma(\pi a)^{1/2} [16.7 - 104.7(a/W) + 369.9(a/W)^2 - 573.8(a/W)^3 + 360.5(a/W)^4]$ $\sigma = F/WB$

Thema n. 2

a. Betrachten Sie einen unidirektionalen Epoxidharz/Glasfaserverbundwerkstoff mit 60 Volumenprozent E-Glasfasern, der einer Zugspannung in Faserrichtung ausgesetzt ist. Die Bruchspannung und der Elastizitätsmodul der Fasern betragen 1800 MPa bzw. 76 GPa, während die gleichen Eigenschaften für die Matrix 60 MPa bzw. 2.4 GPa betragen. Berechnen Sie den Elastizitätsmodul und die Zugfestigkeit des Verbundwerkstoffs in Längsrichtung sowie den Anteil der von den Fasern getragenen Last (in Prozent).

b. Betrachten Sie ein unidirektionales Epoxidharz/Glasfaser-Verbundlaminat. Berechnen Sie den Volumenanteil der Fasern, der erforderlich ist, um einen Längsmodul des Verbundwerkstoffs zu erhalten, der dem 10-fachen des Moduls der Matrix entspricht. Bestimmen Sie außerdem den Volumenanteil der Kohlenstofffasern, der erforderlich ist, um den Längs-Elastizitätsmodul des Verbundwerkstoffs zu verdoppeln, wobei der Gesamtvolumenanteil der Fasern unverändert bleibt und ein Teil der Glasfasern durch Kohlenstofffasern ersetzt wird. Gehen Sie von den folgenden Daten für den Elastizitätsmodul von Glasfasern, Kohlenstofffasern und Epoxidharz aus: $E_{fg} = 76$ GPa, $E_{fc} = 300$ GPa, $E_m = 2.5$ GPa.

c. Beschreiben Sie die wichtigsten thermoplastischen Matrizen, die in Verbundwerkstoffen verwendet werden, und die wichtigsten Vorteile (und Nachteile) von thermoplastischen Verbundwerkstoffen im Vergleich zu Verbundwerkstoffen mit duroplastischer Matrix.

Thi B   



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

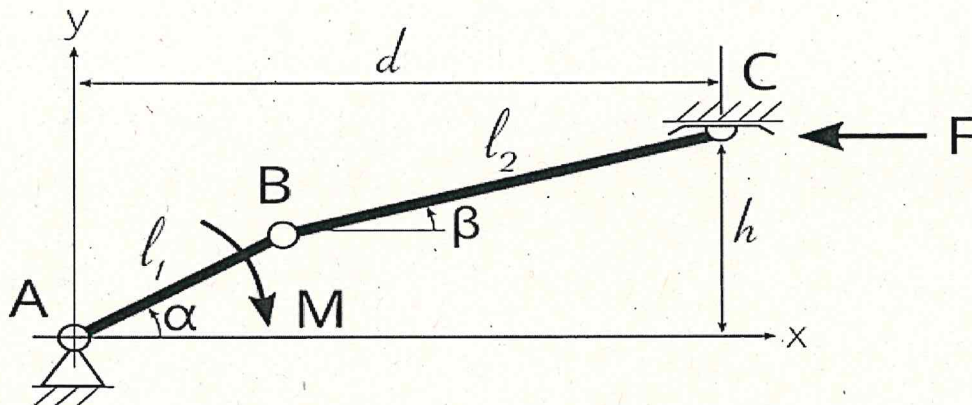
PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore industriale

LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica

Tema n. 1

Si consideri il sistema biella-manovella in figura seguente:



L'asta AB di lunghezza l_1 è incernierata a terra in A ed è incernierata all'asta BC in B. L'asta BC di lunghezza l_2 è a sua volta vincolata a terra in C dove è libera di ruotare e di scorrere orizzontalmente. Sull'asta AB è applicato un momento M e sull'estremità C dell'asta BC è applicato il carico F come indicato in figura.

Si richiede di:

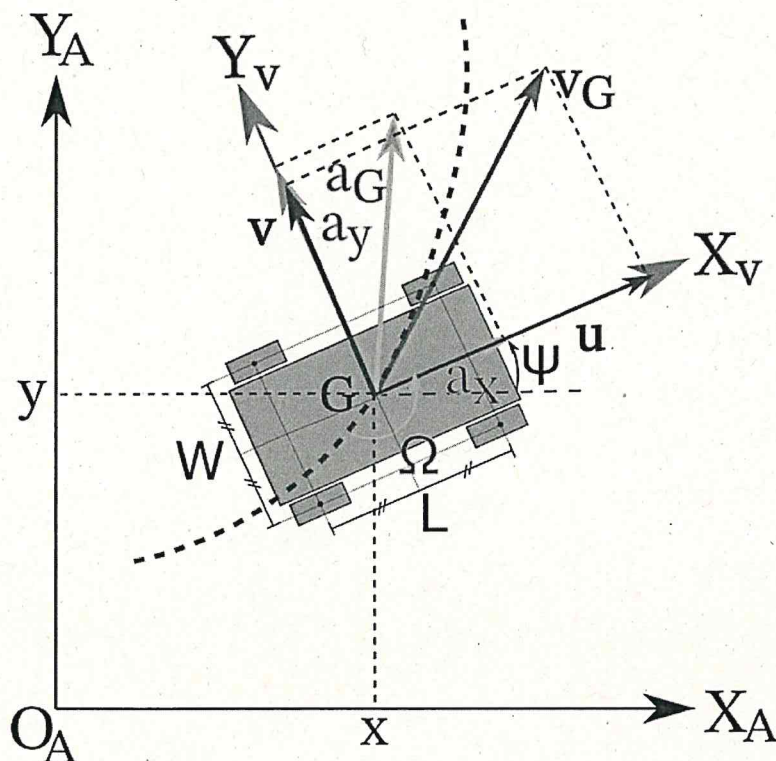
- Ricavare le espressioni delle coordinate dipendenti β, d in funzione della coordinata libera, assumendo α come coordinata libera.
- Ricavare le espressioni delle velocità delle coordinate dipendenti in funzione di α mostrando i passaggi.
- Ricavare la matrice Jacobiana.
- Ricavare i rapporti di velocità β/α , d/α .
- Si calcoli il valore numerico di α corrispondente alla corsa massima del meccanismo.
- Si grafichino i valori di β, d in funzione di α .

Phi Rs [signature] [signature] [signature]



Tema n. 2

Si consideri il veicolo mostrato in figura seguente come un corpo rigido che si muove sul piano orizzontale lungo la traiettoria disegnata.



Il sistema di riferimento solidale al centro di massa G è rappresentato con gli assi X_v e Y_v in posizione (x, y) e ruotato di un angolo ψ rispetto al sistema di riferimento fisso centrato in O_A e rappresentato dagli assi X_A e Y_A . Ω indica la velocità di imbardata del veicolo. L e W rappresentano la lunghezza e la larghezza rispettivamente. v_G rappresenta la velocità del veicolo sul piano ed u e v le sue due componenti longitudinale e laterale. a_G rappresenta l'accelerazione del veicolo ed a_x e a_y le sue due componenti nel sistema di riferimento solidale al veicolo. Il veicolo ha una massa M e un momento di inerzia lungo l'asse z uguale ad I .

Si richiede di:

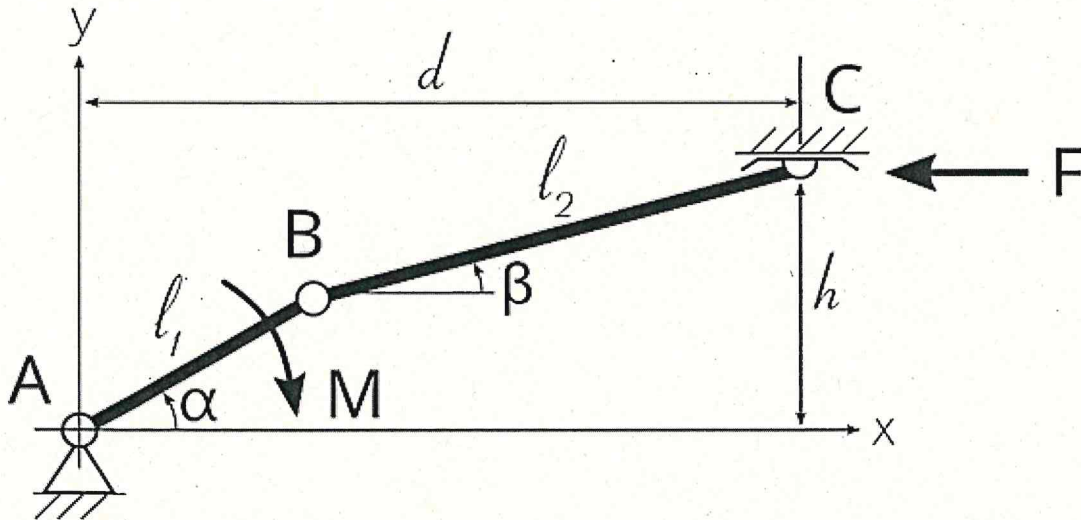
- Determinare la relazione tra le velocità longitudinali e laterali del veicolo e le componenti della velocità assoluta $\dot{x}$ e $\dot{y}$. Si utilizzino le matrici di rotazione.
- Determinare la relazione tra l'accelerazione a_x e a_y e la derivata nel tempo della velocità longitudinale e laterale del veicolo, $\dot{u}$ e $\dot{v}$.
- Ottenere le velocità dei punti di contatto degli pneumatici con l'asfalto rispetto al sistema di riferimento O_A .
- Considerando il veicolo soggetto solo alle forze esterne generate tra i pneumatici ed il terreno, ricavare (senza risolverle) le equazioni di equilibrio a forza e momento sul piano orizzontale. Si ipotizzino le forze generate dagli pneumatici applicate al centro degli stessi.

Thi B [signature] [signature] [signature]



Thema n. 1

Betrachten Sie das Pleuelstangen-Kurbel-System in der folgenden Abbildung:



Der Stab AB der Länge L_1 ist bei A am Boden und bei B am Stab BC gelenkig verbunden. Der Stab BC der Länge L_2 ist ihrerseits auch am Boden bei C gelenkig verbunden, wo sie sich frei drehen und horizontal verschieben kann. Auf dem Stab AB wird ein Moment M und auf das Ende C des Stabdes BC eine Last F ausgeübt, wie in der Abbildung dargestellt.

Folgende Punkte sind zu erarbeiten:

- Unter der Annahme, dass α die freie Koordinate ist, leiten Sie die Ausdrücke der abhängigen Koordinaten β, d in Abhängigkeit von der freien Koordinate her.
- Ermitteln Sie die Ausdrücke der Geschwindigkeiten der abhängigen Koordinaten in Abhängigkeit von α , indem Sie die Schritte darstellen.
- Leiten Sie die Jacobimatrix ab.
- Ermitteln Sie die Geschwindigkeitsverhältnisse β'/α' , d'/α' .
- Berechnen Sie den numerischen Wert von α , der dem maximalen Hub des Mechanismus entspricht.
- Stellen Sie die Werte von β, d in Abhängigkeit von α grafisch dar.

Ph B LL S Huz



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE 2024

Settore industriale
LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare

Tema n. 1

Si progetti un impianto cogenerativo a ciclo combinato costituito da un gruppo turbogas operante secondo un ciclo Brayton semplice del quale sono note le condizioni di lavoro:

- potenza elettrica all'albero: 50 MW
- aria aspirata a 15 °C, 1 atm e umidità relativa del 60%
- rapporto di compressione: $\beta = 9$
- rendimento organico: $\eta_o = 0.95$
- temperatura massima di ingresso nella prima schiera statorica della turbina: 1250 °C
- utilizzo di gas di sintesi con potere calorifico inferiore di 15.5 MJ kg⁻¹
- nella camera di combustione le perdite di calore sono pari al 2.5% della potenza termica totale, mentre le perdite di carico sono il 4% della pressione di ingresso.

Il candidato determini i punti caratteristici dell'impianto tenendo in considerazione i valori dei calori specifici a pressione costante riportati in tabella (per semplicità si considerino i valori sia per l'aria sia per i fumi di combustione).

T [°C]	C_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]	T [°C]	C_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]	T [°C]	C_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]	T [°C]	C_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]
15	1.005	300	1.020	800	1.072	1300	1.117
100	1.007	400	1.029	1000	1.091	1400	1.125
200	1.013	600	1.049	1200	1.110	1500	1.166

La portata dei fumi viene poi inviata ad una caldaia a recupero per alimentare un ciclo a vapore surriscaldato operante secondo le seguenti specifiche:

- pressione del vapore: 40 bar
- temperatura massima del vapore corrispondente ad un salto di temperatura di approach-point di 25 °C
- differenza minima di temperatura fra gas caldi e vapore (pinch-point) di 10 °C
- sotto-raffreddamento all'ingresso dell'evaporatore pari a 10 °C
- temperatura di condensazione pari a 95 °C

[Handwritten signatures and initials]



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

Si calcoli il rendimento termico (uso cogenerativo del calore al condensatore) ed il rendimento elettrico dell'impianto combinato. Tutti i parametri non esplicitamente indicati possono essere ipotizzati e motivati dal candidato in base a considerazioni di buon progetto.

Tema n. 2

Si dimensioni un impianto di condizionamento per la stagione invernale a servizio di un'aula universitaria a Trento con una capienza di 150 persone e una superficie in pianta di 400 m^2 . L'aula durante l'orario di occupazione deve essere mantenuta ad una temperatura interna di $t_A = 20^\circ\text{C}$ e umidità relativa $UR_A = 50\%$. Nelle condizioni esterne di progetto, pari a $t_E = -12^\circ\text{C}$ e umidità relativa $UR_E = 90\%$, le pareti e la copertura disperdono verso l'esterno una potenza sensibile complessivamente pari a 10.25 kW . Si consideri come apporto latente, un'emissione di vapore data pari a 65 g/h per persona.

Si progetti e schematizzi l'impianto a tutt'aria con ricircolo ipotizzando un'efficienza del saturatore adiabatico del 80% . Tracciare sul diagramma psicrometrico allegato le trasformazioni termodinamiche dell'aria umida eseguite nell'Unità di Trattamento Aria (UTA) per portare l'aria dalle condizioni esterne a quelle di immissione. Si determini la taglia del/dei generatori utilizzati per fornire calore all'unità di trattamento, la portata d'aria necessaria per la ventilazione e la portata d'aria complessivamente trattata nel UTA.

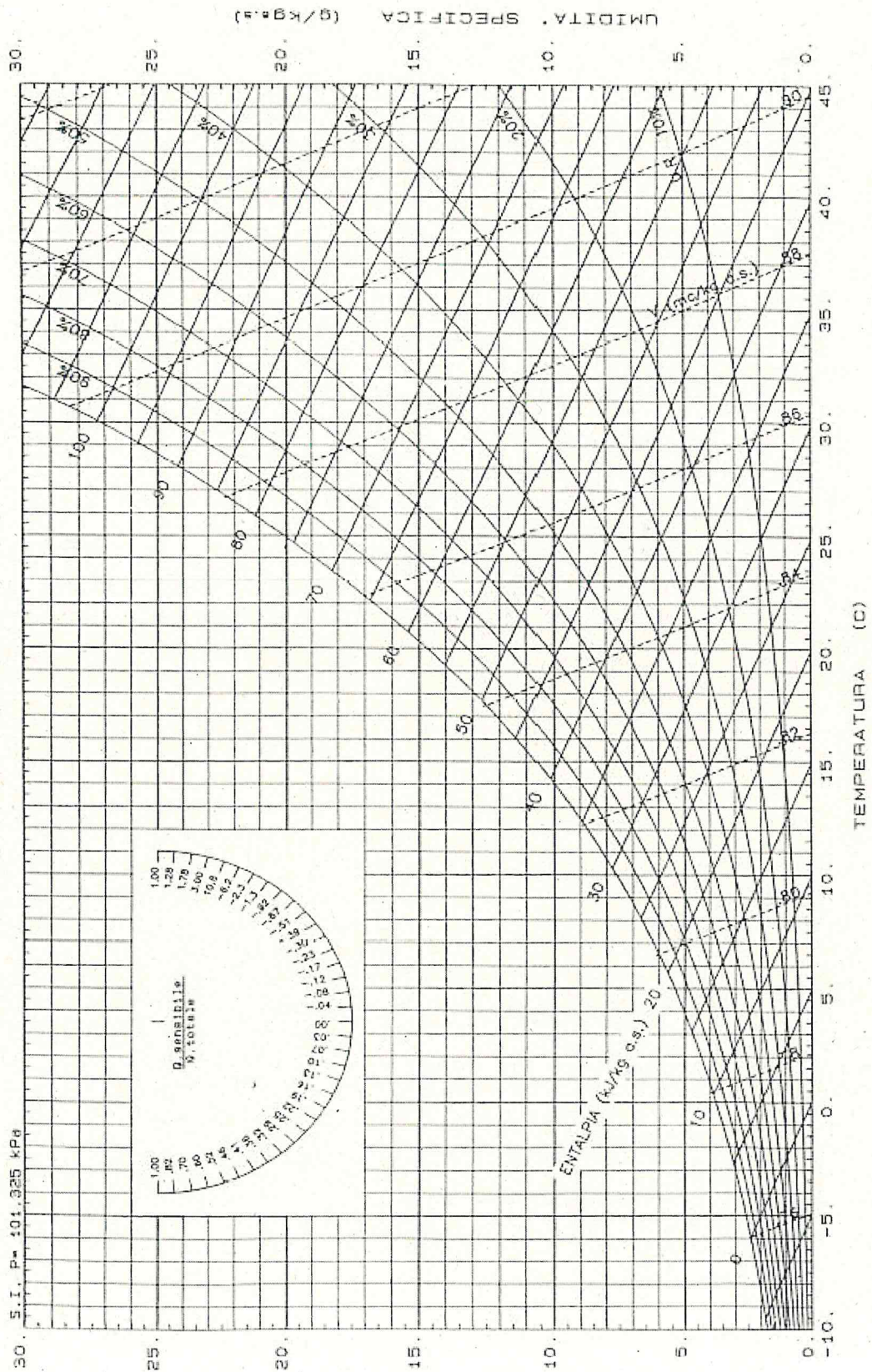
Tutti i parametri non esplicitamente indicati possono essere ipotizzati e motivati dal candidato in base a considerazioni di buon progetto.

Handwritten signatures and marks at the bottom of the page.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

DIAGRAMMA PSICROMETRICO



Handwritten signatures and initials at the bottom of the page.



Thema n. 1

Ein Kombikraftwerk, bestehend aus einer Turbogasanlage, die nach einem einfachen Brayton-Zyklus arbeitet, für den die Betriebsbedingungen bekannt sind, wird ausgelegt:

- elektrische Leistung an der Welle: 50 MW
- Ansaugluft bei 15 °C, 1 atm und 60 % relativer Luftfeuchtigkeit
- Verdichtungsverhältnis: $\beta = 9$
- organischer Wirkungsgrad: $\eta_o = 0.95$
- maximale Eintrittstemperatur in der ersten Statorreihe der Turbine: 1250 °C
- Verwendung von Synthesegas mit einem unteren Heizwert von 15.5 MJ kg⁻¹
- in der Brennkammer betragen die Wärmeverluste 2.5 % der Gesamtwärmeleistung und die Druckverluste 4 % des Eintrittsdruckes.

Der Kandidat bestimmt die charakteristischen Punkte des Systems unter Berücksichtigung der in der Tabelle angegebenen Werte der spezifischen Wärme bei konstantem Druck (der Einfachheit halber werden die Werte sowohl für Luft als auch für Rauchgase berücksichtigt).

T [°C]	c_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]	T [°C]	c_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]	T [°C]	c_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]	T [°C]	c_p [kJ kg ⁻¹ K ⁻¹]
15	1.005	300	1.020	800	1.072	1300	1.117
100	1.007	400	1.029	1000	1.091	1400	1.125
200	1.013	600	1.049	1200	1.110	1500	1.166

Der Rauchgasstrom wird dann in einen Rückgewinnungskessel geleitet, um einen Heißdampfkreislauf zu speisen, der gemäß den folgenden Spezifikationen arbeitet:

- Dampfdruck: 40 bar
- maximale Dampftemperatur, die einer Temperaturdifferenz von 25 °C am Annäherungspunkt entspricht
- Mindesttemperaturdifferenz zwischen Heißgas und Dampf (Pinch-Point) von 10 °C
- Unterkühlung am Verdampfereintritt von 10 °C
- Kondensationstemperatur von 95 °C

Berechnung des thermischen Wirkungsgrads (Wärmenutzung am Kondensator) und des elektrischen Wirkungsgrads des kombinierten Systems. Alle Parameter, die nicht ausdrücklich angegeben sind, können vom Kandidaten angenommen und auf der Grundlage guter Konstruktionsüberlegungen begründet werden.

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page.



Thema n. 2

Für einen Universitätshörsaal in Trient mit einer Kapazität von 150 Personen und einer Grundfläche von 400 m^2 wird eine Klimaanlage für die Wintersaison dimensioniert. Der Hörsaal muss während der Nutzungszeit auf einer Innentemperatur von $t_A = 20^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit $UR_A = 50\%$ gehalten werden. Unter den äußeren Auslegungsbedingungen von $t_E = -12^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit $UR_E = 90\%$ geben die Wände und das Dach insgesamt 10.25 kW fühlbare Leistung an die Außenluft ab. Berücksichtigen Sie als latenten Input eine gegebene Dampfemission von 65 g/h pro Person.

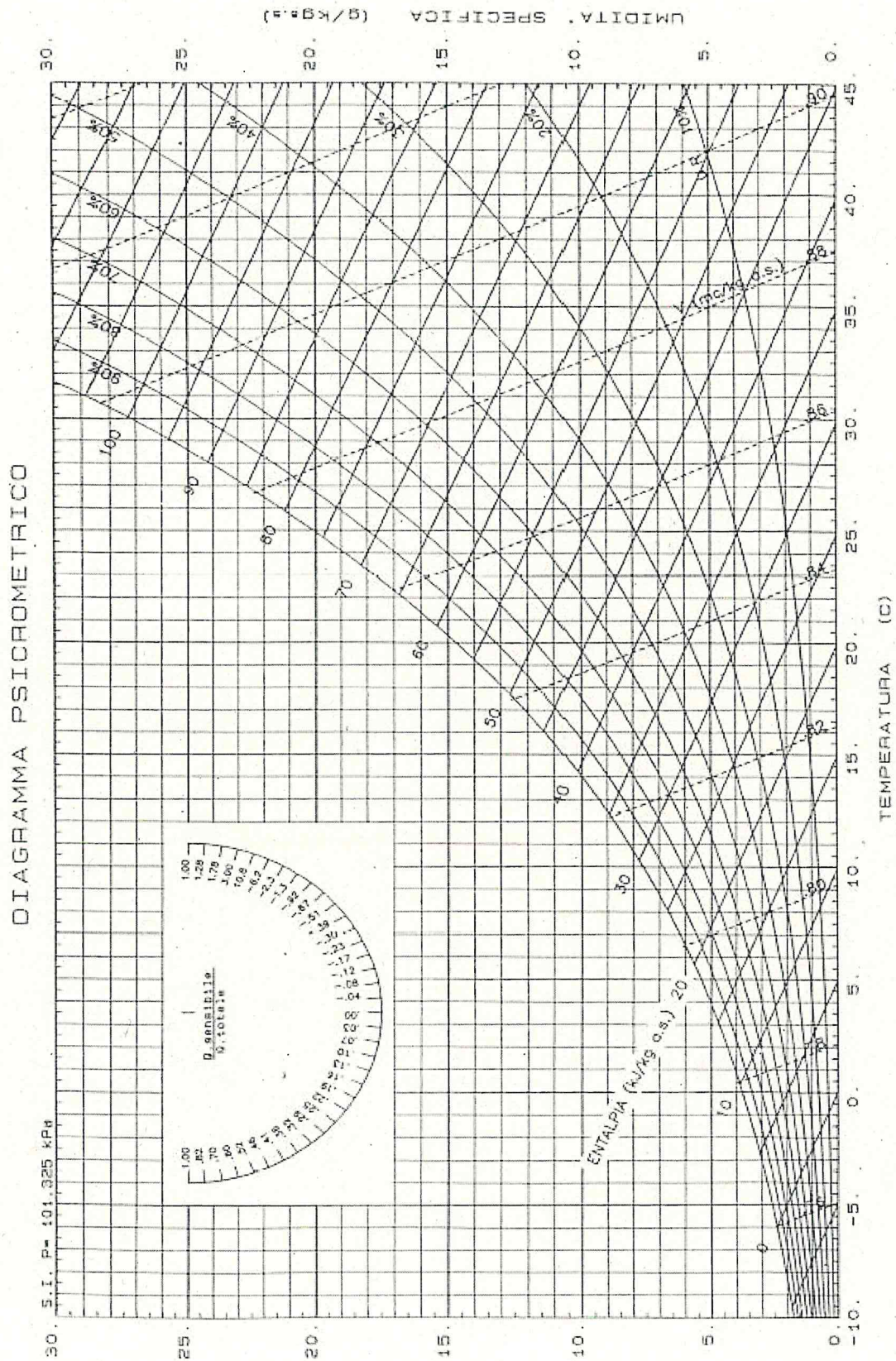
Entwerfen und schematisieren Sie das Vollluftsystem mit Rezirkulation unter der Annahme eines adiabatischen Sättigungsgrads von 80% . Zeichnen Sie auf dem beigefügten psychrometrischen Diagramm die thermodynamischen Umwandlungen der feuchten Luft auf, die in der Luftbehandlungseinheit (AHU) durchgeführt werden, um die Luft von den Außenbedingungen auf die Einlassbedingungen zu bringen. Bestimmen Sie die Größe des/der Generators/Generatoren, der/die für die Wärmeversorgung der Behandlungseinheit verwendet wird/werden, den für die Belüftung erforderlichen Luftdurchsatz und den Gesamtluftdurchsatz, der in der AHU behandelt wird.

Alle Parameter, die nicht ausdrücklich angegeben sind, können vom Kandidaten auf der Grundlage guter Konstruktionsüberlegungen angenommen und begründet werden.

Th R LR S N SM



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO



Dr B LL & N



Tabella 1 – Proprietà dell'acqua satura

T [°C]	p [bar]	v_{LIQ} [m ³ kg ⁻¹]	v_{VAP} [m ³ kg ⁻¹]	h_{LIQ} [kJ kg ⁻¹]	h_{VAP} [kJ kg ⁻¹]	s_{LIQ} [kJ K ⁻¹ kg ⁻¹]	s_{VAP} [kJ K ⁻¹ kg ⁻¹]
0	0.01	0.00100	206.13348	-0.04	2500.90	0.00	9.16
5	0.01	0.00100	147.01134	21.02	2510.06	0.08	9.02
10	0.01	0.00100	106.30323	42.02	2519.21	0.15	8.90
15	0.02	0.00100	77.87547	62.98	2528.33	0.22	8.78
20	0.02	0.00100	57.75670	83.91	2537.43	0.30	8.67
25	0.03	0.00100	43.33731	104.83	2546.51	0.37	8.56
30	0.04	0.00100	32.87828	125.73	2555.55	0.44	8.45
35	0.06	0.00101	25.20526	146.63	2564.55	0.51	8.35
40	0.07	0.00101	19.51514	167.53	2573.51	0.57	8.26
45	0.10	0.00101	15.25207	188.43	2582.43	0.64	8.16
50	0.12	0.00101	12.02691	209.34	2591.29	0.70	8.07
55	0.16	0.00101	9.56428	230.26	2600.09	0.77	7.99
60	0.20	0.00102	7.66723	251.18	2608.83	0.83	7.91
65	0.25	0.00102	6.19354	272.12	2617.50	0.89	7.83
70	0.31	0.00102	5.03954	293.07	2626.10	0.96	7.75
75	0.39	0.00103	4.12894	314.03	2634.60	1.02	7.68
80	0.47	0.00103	3.40516	335.01	2643.02	1.08	7.61
85	0.58	0.00103	2.82584	356.01	2651.33	1.13	7.54
90	0.70	0.00104	2.35906	377.04	2659.53	1.19	7.48
95	0.85	0.00104	1.98056	398.09	2667.61	1.25	7.42
100	1.01	0.00104	1.67177	419.17	2675.57	1.31	7.35
105	1.21	0.00105	1.41838	440.27	2683.39	1.36	7.30
110	1.43	0.00105	1.20929	461.42	2691.06	1.42	7.24
115	1.69	0.00106	1.03584	482.59	2698.58	1.47	7.18
120	1.99	0.00106	0.89121	503.81	2705.93	1.53	7.13
125	2.32	0.00106	0.77003	525.07	2713.10	1.58	7.08
130	2.70	0.00107	0.66800	546.38	2720.08	1.63	7.03
135	3.13	0.00107	0.58173	567.74	2726.87	1.69	6.98
140	3.62	0.00108	0.50845	589.16	2733.44	1.74	6.93
145	4.16	0.00109	0.44596	610.64	2739.80	1.79	6.88
150	4.76	0.00109	0.39245	632.18	2745.93	1.84	6.84
155	5.43	0.00110	0.34646	653.79	2751.81	1.89	6.79
160	6.18	0.00110	0.30678	675.47	2757.44	1.94	6.75
165	7.01	0.00111	0.27243	697.24	2762.81	1.99	6.71
170	7.92	0.00111	0.24259	719.08	2767.90	2.04	6.66
175	8.93	0.00112	0.21658	741.02	2772.71	2.09	6.62
180	10.03	0.00113	0.19384	763.05	2777.21	2.14	6.58
185	11.23	0.00113	0.17390	785.19	2781.41	2.19	6.54
190	12.55	0.00114	0.15636	807.43	2785.28	2.24	6.51
195	13.99	0.00115	0.14089	829.79	2788.82	2.28	6.47
200	15.55	0.00116	0.12721	852.27	2792.01	2.33	6.43
205	17.24	0.00116	0.11508	874.88	2794.83	2.38	6.39
210	19.08	0.00117	0.10429	897.63	2797.27	2.42	6.36
215	21.06	0.00118	0.09468	920.53	2799.32	2.47	6.32
220	23.20	0.00119	0.08609	943.58	2800.95	2.52	6.28
225	25.50	0.00120	0.07840	966.80	2802.15	2.56	6.25
230	27.97	0.00121	0.07150	990.19	2802.90	2.61	6.21
235	30.63	0.00122	0.06530	1013.77	2803.17	2.66	6.18
240	33.47	0.00123	0.05970	1037.55	2802.96	2.70	6.14
245	36.51	0.00124	0.05465	1061.55	2802.22	2.75	6.11
250	39.76	0.00125	0.05008	1085.77	2800.93	2.79	6.07
255	43.23	0.00126	0.04594	1110.23	2799.07	2.84	6.04
260	46.92	0.00128	0.04217	1134.96	2796.60	2.88	6.00
265	50.85	0.00129	0.03875	1159.96	2793.49	2.93	5.97
270	55.03	0.00130	0.03562	1185.27	2789.69	2.98	5.93
275	59.46	0.00132	0.03277	1210.90	2785.17	3.02	5.89
280	64.17	0.00133	0.03015	1236.88	2779.87	3.07	5.86
285	69.15	0.00135	0.02776	1263.25	2773.73	3.11	5.82
290	74.42	0.00137	0.02555	1290.03	2766.70	3.16	5.78
295	79.99	0.00138	0.02353	1317.27	2758.70	3.21	5.75
300	85.88	0.00140	0.02166	1345.01	2749.64	3.26	5.71
305	92.09	0.00143	0.01993	1373.30	2739.43	3.30	5.67
310	98.65	0.00145	0.01833	1402.22	2727.95	3.35	5.62
315	105.56	0.00147	0.01685	1431.83	2715.05	3.40	5.58
320	112.84	0.00150	0.01547	1462.22	2700.59	3.45	5.54
325	120.51	0.00153	0.01418	1493.52	2684.33	3.50	5.49
330	128.58	0.00156	0.01298	1525.87	2666.03	3.55	5.44
335	137.07	0.00160	0.01185	1559.45	2645.35	3.61	5.39
340	146.01	0.00164	0.01078	1594.53	2621.85	3.66	5.34
345	155.41	0.00168	0.00977	1631.48	2594.90	3.72	5.28
350	165.29	0.00174	0.00880	1670.89	2563.64	3.78	5.21
355	175.70	0.00181	0.00787	1713.72	2526.65	3.84	5.14
360	186.66	0.00190	0.00695	1761.66	2481.49	3.92	5.05
365	198.21	0.00202	0.00601	1817.77	2422.95	4.00	4.95
370	210.44	0.00222	0.00495	1890.69	2334.52	4.11	4.80
373.946	220.64	0.00311	0.00311	2084.26	2084.26	4.41	4.41

[Handwritten signatures and initials]



Tabella 2 – Proprietà dell'acqua saturata

P [bar]	T [°C]	V _{LIQ} [m³ kg⁻¹]	V _{VAP} [m³ kg⁻¹]	h _{LIQ} [kJ kg⁻¹]	h _{VAP} [kJ kg⁻¹]	s _{LIQ} [kJ K⁻¹ kg⁻¹]	s _{VAP} [kJ K⁻¹ kg⁻¹]
0.007	1.88	0.00100	181.21706	7.89	2504.35	0.03	9.11
0.008	3.76	0.00100	159.64022	15.81	2507.79	0.06	9.06
0.010	6.97	0.00100	129.17834	29.30	2513.67	0.11	8.97
0.02	17.49	0.00100	66.98688	73.43	2532.88	0.26	8.72
0.03	24.08	0.00100	45.65320	100.98	2544.84	0.35	8.58
0.04	28.96	0.00100	34.79114	121.39	2553.67	0.42	8.47
0.05	32.87	0.00101	28.18528	137.75	2560.73	0.48	8.39
0.06	36.16	0.00101	23.73340	151.48	2566.63	0.52	8.33
0.07	39.00	0.00101	20.52448	163.35	2571.72	0.56	8.27
0.08	41.51	0.00101	18.09887	173.84	2576.21	0.59	8.23
0.09	43.76	0.00101	16.19924	183.25	2580.22	0.62	8.19
0.1	45.81	0.00101	14.67013	191.81	2583.86	0.65	8.15
0.15	53.97	0.00101	10.02010	225.94	2598.28	0.75	8.01
0.2	60.06	0.00102	7.64795	251.42	2608.94	0.83	7.91
0.25	64.96	0.00102	6.20321	271.96	2617.44	0.89	7.83
0.3	69.10	0.00102	5.22841	289.27	2624.55	0.94	7.77
0.35	72.68	0.00102	4.52508	304.30	2630.67	0.99	7.71
0.4	75.86	0.00103	3.99298	317.62	2636.05	1.03	7.67
0.45	78.71	0.00103	3.57594	329.62	2640.86	1.06	7.63
0.5	81.32	0.00103	3.24003	340.54	2645.22	1.09	7.59
0.6	85.93	0.00103	2.73171	359.91	2652.86	1.15	7.53
0.7	89.93	0.00104	2.36479	376.75	2659.42	1.19	7.48
0.8	93.49	0.00104	2.08708	391.71	2665.18	1.23	7.43
0.9	96.69	0.00104	1.86936	405.20	2670.31	1.27	7.39
1	99.61	0.00104	1.69393	417.50	2674.95	1.30	7.36
1.01325	99.97	0.00104	1.67320	419.06	2675.53	1.31	7.35
1.2	104.78	0.00105	1.42836	439.36	2683.05	1.36	7.30
1.4	109.29	0.00105	1.23657	458.42	2689.98	1.41	7.25
1.6	113.30	0.00105	1.09136	475.38	2696.04	1.46	7.20
1.8	116.91	0.00106	0.97747	490.70	2701.41	1.49	7.16
2	120.21	0.00106	0.88568	504.70	2706.23	1.53	7.13
2.5	127.41	0.00107	0.71866	535.34	2716.49	1.61	7.05
3	133.52	0.00107	0.60576	561.43	2724.88	1.67	6.99
3.5	138.86	0.00108	0.52418	584.26	2731.96	1.73	6.94
4	143.61	0.00108	0.46238	604.65	2738.05	1.78	6.90
4.5	147.90	0.00109	0.41390	623.14	2743.39	1.82	6.86
5	151.83	0.00109	0.37481	640.09	2748.11	1.86	6.82
6	158.83	0.00110	0.31558	670.38	2756.14	1.93	6.76
7	164.95	0.00111	0.27277	697.00	2762.75	1.99	6.71
8	170.41	0.00111	0.24034	720.86	2768.30	2.05	6.66
9	175.35	0.00112	0.21489	742.56	2773.03	2.09	6.62
10	179.88	0.00113	0.19436	762.52	2777.11	2.14	6.59
11	184.06	0.00113	0.17745	781.03	2780.65	2.18	6.55
12	187.96	0.00114	0.16326	798.33	2783.74	2.22	6.52
13	191.60	0.00114	0.15119	814.60	2786.46	2.25	6.49
14	195.04	0.00115	0.14078	829.97	2788.85	2.28	6.47
15	198.29	0.00115	0.13171	844.56	2790.96	2.31	6.44
16	201.37	0.00116	0.12374	858.46	2792.82	2.34	6.42
17	204.31	0.00116	0.11667	871.74	2794.46	2.37	6.40
18	207.11	0.00117	0.11037	884.47	2795.91	2.40	6.38
19	209.80	0.00117	0.10470	896.71	2797.18	2.42	6.36
20	212.38	0.00118	0.09959	908.50	2798.29	2.45	6.34
25	223.95	0.00120	0.07995	961.91	2801.93	2.55	6.26
30	233.85	0.00122	0.06666	1008.34	2803.15	2.65	6.19
35	242.56	0.00123	0.05706	1049.80	2802.64	2.73	6.12
40	250.35	0.00125	0.04978	1087.49	2800.82	2.80	6.07
45	257.44	0.00127	0.04406	1122.25	2797.95	2.86	6.02
50	263.94	0.00129	0.03945	1154.64	2794.21	2.92	5.97
55	269.97	0.00130	0.03564	1185.09	2789.72	2.98	5.93
60	275.58	0.00132	0.03245	1213.92	2784.59	3.03	5.89
65	280.86	0.00134	0.02973	1241.38	2778.88	3.08	5.85
70	285.83	0.00135	0.02738	1267.66	2772.63	3.12	5.81
75	290.54	0.00137	0.02533	1292.93	2765.89	3.17	5.78
80	295.01	0.00138	0.02353	1317.31	2758.68	3.21	5.74
85	299.27	0.00140	0.02192	1340.93	2751.03	3.25	5.71
90	303.34	0.00142	0.02049	1363.87	2742.94	3.29	5.68
95	307.25	0.00144	0.01920	1386.23	2734.43	3.32	5.65
100	311.00	0.00145	0.01803	1408.06	2725.49	3.36	5.62
110	318.08	0.00149	0.01599	1450.44	2706.35	3.43	5.55
120	324.68	0.00153	0.01426	1491.46	2685.45	3.50	5.49
130	330.85	0.00157	0.01278	1531.51	2662.68	3.56	5.43
140	336.67	0.00161	0.01149	1570.96	2637.86	3.62	5.37
150	342.16	0.00166	0.01034	1610.20	2610.70	3.68	5.31
160	347.35	0.00171	0.00931	1649.69	2580.79	3.75	5.25
170	352.29	0.00177	0.00837	1690.03	2547.50	3.81	5.18
220.64	373.95	0.00311	0.00311	2084.26	2084.26	4.41	4.41

sig. [signature] N RS [signature]



Tabella 3 – Proprietà del vapore surriscaldato

Pressione bar (temp. sat. °C)		Temperatura [°C]											
		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
0.02 (17.5)	v	74.524	86.080	97.628	109.171	120.711	132.251	143.790	155.329	178.405	201.482	224.558	247.634
	h	2594.4	2688.5	2783.7	2880.0	2977.7	3076.8	3177.7	3279.7	3489.2	3705.6	3928.8	4158.7
	s	8.9226	9.1934	9.4327	9.6479	9.8441	10.0251	10.1934	10.3512	10.6413	10.9044	11.1464	11.3712
0.04 (29.0)	v	37.240	43.027	48.806	54.580	60.351	66.122	71.892	77.662	89.201	100.740	112.278	123.816
	h	2593.9	2688.3	2783.5	2879.9	2977.6	3076.8	3177.4	3279.7	3489.2	3705.6	3928.8	4158.7
	s	8.6016	8.8730	9.1125	9.3279	9.5241	9.7051	9.8735	10.0313	10.3214	10.5845	10.8265	11.0513
0.06 (36.2)	v	24.812	28.676	32.532	37.383	40.232	44.079	47.927	51.773	59.467	67.159	74.852	82.544
	h	2593.5	2688.0	2783.4	2879.8	2977.6	3076.7	3177.4	3279.6	3489.2	3705.6	3928.8	4158.7
	s	8.4135	8.6854	8.9251	9.1406	9.3369	9.5179	9.6863	9.8441	10.1342	10.3973	10.6394	10.8642
0.08 (41.5)	v	18.598	21.501	24.395	27.284	30.172	33.058	35.944	38.829	44.599	50.369	56.138	61.908
	h	2593.1	2687.8	2783.2	2879.7	2977.5	3076.7	3177.3	3279.6	3489.1	3705.5	3928.8	4158.7
	s	8.2797	8.5521	8.7921	9.0077	9.2041	9.3851	9.5535	9.7113	10.0014	10.2646	10.5066	10.7314
0.10 (45.8)	v	14.869	17.195	19.512	21.825	24.136	26.445	28.754	31.062	35.679	40.295	44.910	49.526
	h	2592.7	2687.5	2783.1	2879.6	2977.4	3076.6	3177.3	3279.6	3489.1	3705.5	3928.8	4158.7
	s	8.1757	8.4486	8.6888	8.9045	9.1010	9.2820	9.4504	9.6083	9.8984	10.1616	10.4036	10.6284
0.50 (81.3)	v	0.001012	3.4181	3.8893	4.3560	4.8205	5.2839	5.7467	6.2091	7.1335	8.0574	8.9810	9.9044
	h	209.29	2682.6	2780.1	2877.7	2976.1	3075.7	3176.6	3279.0	3488.7	3705.2	3928.6	4158.5
	s	0.70349	7.6953	7.9406	8.1587	8.3564	8.5380	8.7068	8.8649	9.1552	9.4185	9.6606	9.8855
1.00 (99.6)	v	0.001012	1.6955	1.9563	2.1723	2.4061	2.6387	2.8708	3.1025	3.5653	4.0277	4.4898	4.9517
	h	209.33	2676.2	2776.1	2875.4	2974.5	3074.5	3175.6	3278.2	3488.1	3704.8	3928.2	4158.3
	s	0.70347	7.3618	7.6137	7.8349	8.0342	8.2166	8.3858	8.5442	8.8348	9.0982	9.3405	9.5654
2.00 (120.2)	v	0.001012	0.001044	0.959 54	1.0804	1.1989	1.3162	1.4328	1.5492	1.7812	2.0129	2.2442	2.4754
	h	209.42	419.14	2768.5	2870.5	2971.2	3072.1	3173.8	3276.7	3487.0	3704.0	3927.6	4157.8
	s	0.70342	1.30679	7.2794	7.5072	7.7096	7.8937	8.0638	8.2226	8.5139	8.7776	9.0201	9.2452
3.00 (133.5)	v	0.001012	0.001044	0.633 74	0.716 35	0.796 44	0.875 29	0.953 52	1.0314	1.1865	1.3412	1.4957	1.6499
	h	209.5	419.21	2760.4	2865.5	2967.9	3069.7	3171.9	3275.2	3486.0	3703.2	3927.0	4157.3
	s	0.70338	1.30671	7.0771	7.3119	7.5176	7.7034	7.8744	8.0338	8.3257	8.5898	8.8325	9.0577
4.00 (143.6)	v	0.001012	0.001044	0.470 66	0.534 26	0.595 19	0.654 85	0.713 85	0.772 50	0.889 19	1.0054	1.1214	1.2372
	h	209.59	419.29	2752.0	2860.4	2964.5	3067.2	3170.0	3273.6	3484.9	3702.3	3926.4	4156.9
	s	0.70333	1.30664	6.9285	7.1708	7.3800	7.5675	7.7395	7.8994	8.1919	8.4563	8.6992	8.9246
5.00 (151.8)	v	0.001012	0.001044	0.001091	0.424 96	0.47443	0.522 58	0.570 05	0.617 16	0.710 78	0.805 95	0.896 85	0.989 56
	h	209.68	419.36	632.16	2855.1	2961.1	3064.8	3168.1	3272.1	3483.8	3701.5	3925.8	4156.4
	s	0.70328	1.30656	1.84161	7.0592	7.2721	7.4614	7.6343	7.7948	8.0879	8.3626	8.5957	8.8213
6.00 (158.8)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.352 04	0.393 91	0.434 39	0.474 19	0.513 61	0.591 84	0.669 63	0.747 14	0.824 47
	h	209.76	419.44	632.23	2849.7	2951.6	3062.3	3166.2	3270.6	3482.7	3700.7	3925.1	4155.9
	s	0.70324	1.30648	1.8415	6.9662	7.1829	7.3740	7.5479	7.7090	8.0027	8.2678	8.5111	8.7368
7.00 (165.0)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.299 92	0.336 37	0.371 39	0.405 71	0.439 64	0.506 89	0.573 68	0.640 21	0.706 55
	h	209.85	419.51	632.29	2844.2	2954.0	3059.8	3164.3	3269.0	3481.6	3699.9	3924.5	4155.5
	s	0.70319	1.3064	1.84139	6.8859	7.1066	7.2997	7.4745	7.6332	7.9305	8.1959	8.4395	8.6653
8.00 (170.4)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.260 79	0.293 21	0.324 14	0.354 34	0.384 16	0.443 17	0.501 72	0.560 01	0.618 11
	h	209.93	419.59	632.35	2838.6	2950.4	3057.3	3162.4	3267.5	3480.5	3699.1	3923.9	4155.0
	s	0.70314	1.30632	1.84128	6.8148	7.0397	7.2348	7.4107	7.5729	7.8678	8.1336	8.3773	8.6033
9.00 (175.4)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.230 32	0.259 63	0.278 39	0.314 40	0.341 01	0.393 61	0.445 76	0.497 63	0.549 33
	h	210.02	419.66	632.41	2832.7	2946.8	3054.7	3160.5	3266.0	3479.4	3698.2	3923.3	4154.5
	s	0.7031	1.30624	1.84116	6.7508	6.9800	7.1771	7.3540	7.5169	7.8124	8.0785	8.3225	8.5486
10.00 (179.9)	v	0.001012	0.001043	0.00109	0.205 92	0.232 75	0.257 98	0.282 43	0.306 49	0.353 96	0.400 98	0.447 73	0.494 30
	h	210.11	419.74	632.47	2826.8	2943.0	3052.1	3158.5	3264.4	3478.3	3697.4	3922.7	4154.1
	s	0.70305	1.30616	1.84105	6.6922	6.9259	7.1251	7.3031	7.4665	7.7627	8.0292	8.2734	8.4997
15.00 (198.3)	v	0.001011	0.001043	0.001090	0.132 38	0.151 99	0.169 70	0.186 53	0.202 92	0.235 03	0.266 66	0.298 03	0.329 21
	h	210.54	420.11	632.78	2794.7	2923.5	3038.9	3148.7	3256.6	3472.8	3693.3	3919.6	4151.7
	s	0.70282	1.30577	1.8405	6.4508	6.7099	6.9207	7.1044	7.2709	7.5703	7.8385	8.0838	8.3108
20.00 (212.4)	v	0.001011	0.001043	0.001090	0.001156	0.111 45	0.125 50	0.138 66	0.151 13	0.175 55	0.199 50	0.223 17	0.246 66
	h	210.97	420.49	633.09	852.55	2902.4	3025.0	3138.6	3248.7	3465.3	3689.2	3916.5	4149.4
	s	0.70258	1.30538	1.83994	2.32995	6.5454	6.7696	6.9596	7.1296	7.4323	7.7022	7.9485	8.1763
25.00 (223.9)	v	0.001011	0.001043	0.001089	0.001156	0.086 985	0.098 925	0.109 75	0.120 04	0.139 87	0.159 21	0.178 26	0.197 14
	h	211.4	420.86	633.4	852.76	2879.5	3010.4	3128.2	3240.7	3461.7	3685.1	3913.4	4147.0
	s	0.70235	1.30499	1.83939	2.32916	6.4077	6.6470	6.8442	7.0178	7.3240	7.5956	7.8431	8.0716
30.00 (233.8)	v	0.001011	0.001042	0.001089	0.001155	0.070 551	0.081 159	0.090 526	0.099 310	0.116 08	0.132 34	0.148 32	0.164 12
	h	211.83	421.24	633.71	852.96	2854.8	2995.1	3117.5	3232.5	3456.5	3681.0	3910.3	4144.7
	s	0.70212	1.3046	1.83883	2.32838	6.2857	6.5422	6.7471	6.9246	7.2345	7.5079	7.7564	7.9857
35.00 (242.5)	v	0.001011	0.001042	0.001089	0.001155	0.058 693	0.068 424	0.076 776	0.084 494	0.099 088	0.113 15	0.126 94	0.140 54
	h	212.26	421.62	634.03	853.17	2828.1	2979.0	3106.5	3224.2	3450.6	3676.9	3907.2	4142.4
	s	0.70188	1.30421	1.83828	2.32759	6.1732	6.4491	6.6626	6.8443	7.1580	7.4332	7.6828	7.9128
40.00 (250.3)	v	0.00101	0.001042	0.001088	0.001154	0.001251	0.058 833	0.066 446	0.073 376	0.086 341	0.098 763	0.110 90	0.122 85
	h	212.69	421.99	634.34	853.37	1085.78	2962.0	3095.1	3215.7	3445.0	3672.8	3904.1	4140.0
	s	0.70165	1.30382	1.83773	2.32681	2.79343	6.3642	6.5870	6.7733	7.0909	7.3680	7.6187	7.8495
45.00 (257.4)	v	0.00101	0.001041	0.001088	0.001154	0.00125	0.051 336	0.058 696	0.064 721	0.076 427	0.087 570	0.098 425	0.109 10
	h	213.12	422.37	634.65	853.58	1085.77	2944.2	3083.3	3207.1	3439.3	3668.6	3901.0	4137.7
	s	0.70142	1.30343	1.83718	2.32603	2.79221	6.2852	6.5182	6.7093	7.0311	7.3100	7.5619	7.7934



Pressione bar (temp. sat. °C)		Temperatura [°C]											
		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
50.00 (263.9)	v	0.00101	0.001041	0.001088	0.001153	0.001249	0.045 301	0.051 941	0.057 791	0.068 494	0.078 616	0.088 446	0.098 093
	h	213.55	422.74	634.96	853.79	1085.76	29255	3071.2	3198.3	3433.7	3664.5	3897.9	4135.3
	s	0.70119	1.30304	1.83663	2.32525	2.791	6.2105	6.4545	6.6508	6.9770	7.2578	7.5108	7.7431
60.00 (275.6)	v	0.001009	0.001041	0.001087	0.001152	0.001248	0.036 145	0.042 222	0.047 379	0.056 592	0.065 184	0.073 478	0.081 587
	h	214.41	423.49	635.58	854.21	1085.75	2885.0	3045.8	3180.1	3422.2	3656.2	3891.7	4130.7
	s	0.70072	1.30227	1.83554	2.3237	2.78859	6.0692	6.3386	6.5462	6.8818	7.1664	7.4217	7.6550
70.00 (285.8)	v	0.001009	0.00104	0.001086	0.001151	0.001246	0.029 457	0.035 233	0.039 922	0.048 086	0.055 590	0.062 787	0.069 798
	h	215.26	424.25	636.21	854.63	1085.75	2839.4	3018.7	3161.2	3410.6	3647.9	3885.4	4126.0
	s	0.70026	1.30149	1.83445	2.32217	2.78621	5.9327	6.2333	6.4536	6.7993	7.0880	7.3456	7.5808
80.00 (295.0)	v	0.001009	0.00104	0.001086	0.00115	0.001244	0.024 264	0.029 948	0.034 310	0.041 704	0.048 394	0.054 770	0.060 956
	h	216.12	425	636.84	855.06	1085.77	2786.8	2989.9	3141.6	3398.8	3639.5	3879.2	4121.5
	s	0.69979	1.30072	1.83337	2.32064	2.78386	5.7942	6.1349	6.3694	6.7262	7.0191	7.2790	7.5158
90.00 (303.3)	v	0.001008	0.001039	0.001085	0.001149	0.001245	0.001402	0.025 792	0.029 29	0.036 737	0.042 798	0.048 534	0.054 080
	h	216.98	425.75	637.47	855.49	1085.79	1344.55	2959.0	3121.2	3386.8	3631.1	3873.0	4116.7
	s	0.69933	1.29995	1.83229	2.31912	2.78153	3.25329	6.0408	6.2915	6.6600	6.9574	7.2196	7.4579
100.00 (311.0)	v	0.001008	0.001039	0.001084	0.001148	0.001241	0.001398	0.022 421	0.026 408	0.032 760	0.038 320	0.043 546	0.048 580
	h	217.84	426.5	638.1	855.92	1085.83	1343.36	2925.8	3099.9	3374.6	3622.7	3866.8	4112.0
	s	0.69887	1.29919	1.83121	2.31761	2.77923	3.24878	5.9489	6.2182	6.5994	6.9013	7.1660	7.4058
125.00 (327.8)	v	0.001007	0.001037	0.001083	0.001146	0.001236	0.001388	0.016 122	0.020 010	0.025 590	0.030 259	0.034 510	0.038 682
	h	219.99	428.39	639.67	857.02	1085.96	1340.65	2828.0	3042.9	3343.3	3601.4	3851.1	4100.3
	s	0.69771	1.29728	1.82854	2.31387	2.77357	3.23797	5.7155	6.0481	6.4654	6.7796	7.0504	7.2942
150.00 (342.1)	v	0.001006	0.001036	0.001081	0.001143	0.001232	0.001378	0.011 462	0.015 661	0.020 795	0.024 884	0.028 587	0.032 086
	h	222.13	430.27	641.26	858.14	1086.16	1338.25	2694.8	2979.1	3310.6	3579.8	3835.4	4088.6
	s	0.69656	1.29638	1.8259	2.31018	2.76804	3.22776	5.4467	5.8876	6.3487	6.6764	6.9536	7.2013
175.00 (354.6)	v	0.001005	0.001036	0.00108	0.001141	0.001229	0.001369	0.001716	0.012 460	0.017 359	0.021 043	0.024 314	0.027 376
	h	224.27	432.16	642.85	859.27	1096.41	1336.14	1663.62	2906.3	3276.5	3557.8	3819.7	4077.0
	s	0.69541	1.29351	1.82328	2.30655	2.76265	3.21808	3.764	5.7274	6.2432	6.5858	6.8698	7.1215
200.00 (365.7)	v	0.001003	0.001034	0.001078	0.001139	0.001225	0.001361	0.001666	0.009 947 0	0.014 771	0.018 161	0.021 111	0.023 845
	h	226.41	434.05	644.45	860.43	1086.72	1334.26	1647.18	2820.5	3241.1	3535.5	3803.8	4065.3
	s	0.69427	1.29614	1.82068	2.30296	2.75737	3.20885	3.73084	5.5585	6.1456	6.5043	6.7953	7.0511
300.00	v	0.000999	0.001029	0.001072	0.00113	0.001211	0.001322	0.001554	0.002 830 6	0.008 680 8	0.011 436	0.013 647	0.015 619
	h	234.95	441.62	650.9	865.2	1088.42	1328.69	1610.04	2161.8	3085.0	3443.0	3739.7	4018.5
	s	0.68971	1.2843	1.81053	2.28907	2.73735	3.17565	3.64552	4.4896	5.7972	6.2340	6.5560	6.8288
400.00	v	0.000995	0.001024	0.001066	0.001122	0.001198	0.001308	0.00149	0.001 909 1	0.005 615 6	0.008 088 4	0.009 930 2	0.011 521
	h	243.46	449.22	657.44	870.2	1090.76	1325.39	1589.69	1934.1	2906.8	3346.4	3674.8	3971.7
	s	0.68519	1.27714	1.80072	2.27584	2.71879	3.14688	3.58848	4.1190	5.4762	6.0135	6.3701	6.6606
500.00	v	0.000991	0.00102	0.001061	0.001114	0.001187	0.001287	0.001444	0.001 729 1	0.003 882 2	0.006 111 3	0.007 719 7	0.009 075 9
	h	251.94	456.83	664.06	865.4	1093.61	1323.69	1576.39	1877.7	2723.0	3248.3	3610.2	3925.3
	s	0.68069	1.27014	1.79123	2.26319	2.70145	3.12127	3.54361	4.0083	5.1782	5.8207	6.2138	6.5222
600.00	v	0.000988	0.001016	0.001055	0.001107	0.001176	0.00127	0.001408	0.001 632 4	0.002 915 5	0.004 835 0	0.006 269 0	0.007 460 3
	h	260.39	464.46	670.74	880.76	1096.88	1323.17	1567.15	1847.3	2570.6	3151.6	3547.0	3879.6
	s	0.67622	1.26331	1.78203	2.25105	2.68513	3.09806	3.5059	3.9383	4.9374	5.6477	6.0775	6.4031
700.00	v	0.000984	0.001012	0.00105	0.001101	0.001166	0.001254	0.001379	0.001 567 1	0.002 466 8	0.003 971 9	0.005 256 6	0.006 320 8
	h	268.81	472.1	677.48	886.27	1100.51	1323.57	1560.58	1827.8	2467.1	3060.4	3486.3	3835.3
	s	0.67177	1.25662	1.76308	2.23937	2.66967	3.07674	3.473	3.8855	4.7688	5.4931	5.9562	6.2979
800.00	v	0.000980	0.001008	0.001045	0.001094	0.001157	0.00124	0.001355	0.001 518 0	0.002 188 1	0.003 379 2	0.004 519 3	0.005480 5
	h	277.2	479.75	684.28	891.92	1104.43	1324.7	1555.92	1814.2	2397.4	2980.3	3428.7	3792.8
	s	0.66733	1.25006	1.76438	2.22811	2.65497	3.05696	3.4436	3.8425	4.6488	5.3595	5.8470	6.2034
900.00	v	0.000977	0.001004	0.001041	0.001088	0.001149	0.001227	0.001334	0.001 478 8	0.002 012 9	0.002 966 8	0.003 964 2	0.004 840 7
	h	285.55	487.4	691.12	897.87	1108.62	1326.43	1552.7	1804.6	2349.9	2913.5	3374.6	3752.4
	s	0.6629	1.24363	1.75591	2.21721	2.64093	3.03845	3.41686	3.8059	4.5602	5.2468	5.7479	6.1179
1000.00	v	0.000973	0.001	0.001036	0.001082	0.001141	0.001216	0.001315	0.001 446 4	0.001 893 4	0.002 668 1	0.003 535 6	0.004 341 1
	h	293.87	495.07	698	903.53	1113.02	1328.65	1550.6	1797.6	2316.1	2857.5	3324.4	3714.3
	s	0.65848	1.23732	1.74764	2.20666	2.62748	3.02102	3.39225	3.7738	4.4913	5.1505	5.6579	6.0397

LM LL n G9