

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

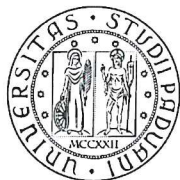
***Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025***

TEMA 1: Aerospaziale

Si consideri un satellite marziano S_M in orbita attorno a Marte con $i=41^\circ$, $\omega=16^\circ$, $\Omega=49^\circ$, $e=0.45$, periodo $T=4$ ore e $M=3400$ kg. Si consideri che $\mu_{\text{Marte}}=42828 \text{ km}^3/\text{s}^2$ e $r_{\text{Marte}}=3396$ km e periodo sidereo di rotazione di Marte pari a $T_{\text{Marte}}=24$ ore 37 minuti 22 secondi.

1. Calcolare il semiasse maggiore, il raggio di perimarte e lo shift equatoriale dell'orbita dopo un periodo orbitale.
2. Disegnare l'orbita in un sistema inerziale centrato in Marte; disegnare la traccia a terra in un sistema di riferimento centrato in Marte e rotante con Marte.
3. Si calcoli il ΔV necessario per circularizzare l'orbita al perimarte e calcolare il consumo di carburante se $I_{sp}=375$ s.
4. Determinare il ΔV per circularizzare l'orbita al semilato retto.
5. Una volta che il satellite è sull'orbita circolare (con raggio pari al semilato retto) il satellite deve eseguire una manovra di phasing per intercettare un modulo con i campioni marziani, presente sulla stessa orbita, ma che si trova ad un'anomalia vera di $\theta=25^\circ$ inferiore rispetto alla posizione del satellite S_M . Calcolare il ΔV totale ed indicare direzione e verso di sparo dei 2 ΔV .
6. Inoltre identificare la dimensione dei pannelli solari per poter avere energia sufficiente per un sistema termico ed un sistema di comunicazione che permettano la sopravvivenza del satellite e le comunicazioni dirette con la Terra tenendo conto di una produzione di 200W termici con tutta la strumentazione accesa.
7. Si determinino inoltre i parametri per dimensionare il sistema di comunicazione che comunichi direttamente con la Terra.

EF



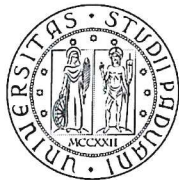
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR***

***Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025***

TEMA 2: Biomedica

Il miglioramento del Servizio Sanitario Nazionale (SSN) richiede un continuo sforzo di riduzione degli sprechi e inefficienze e di miglioramento della qualità dei servizi, a favore dell'accesso alle cure per tutti. Si descrivano quali possano essere i contributi che un ingegnere biomedico junior può offrire per il raggiungimento di tale scopo.



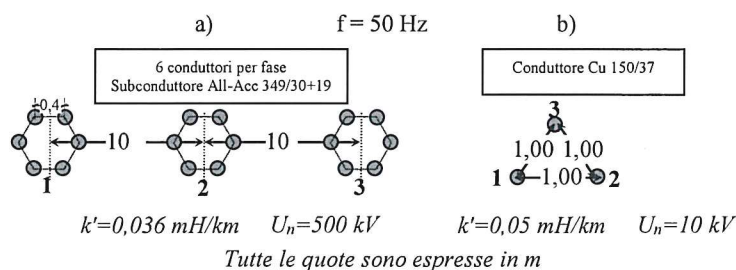
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

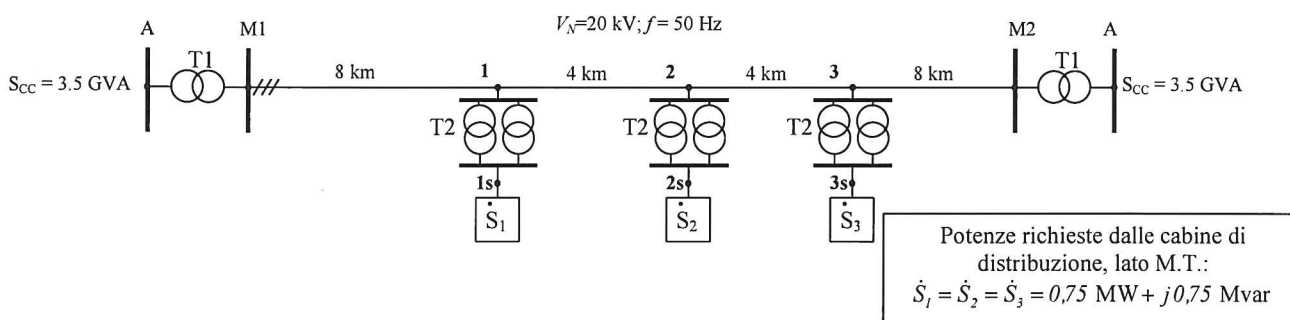
**Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025**

TEMA 3: Elettrica

1) Con riferimento alla figura, si calcolino l'impedenza longitudinale chilometrica e l'ammettenza trasversale chilometrica delle due configurazioni a) (la linea è trasposta) e b). Si assuma per la conduttanza trasversale valore nullo in entrambi i casi.



2) Con riferimento alla rete trifase alimentata ad entrambe le estremità (a neutro isolato) di figura, esercita a tensione nominale $U_n = 20 \text{ [kV]}$, si richiede di:



- Dimensionare la linea aerea della rete trifase di distribuzione (a neutro isolato) alimentata alle due estremità, in base ai dati stabiliti in figura e considerando *conduttori in rame* ed una caduta di tensione ammissibile del **2 %** (si consideri come distanza inter-fase $D = 1.5 \text{ m}$).
- la massima caduta di tensione percentuale;
- nell'ipotesi di linea a sbalzo da **M1**, la massima caduta di tensione percentuale prima e dopo aver rifasato localmente i carichi a $\cos\varphi$ pari a 0.90;
- sempre con la linea alimentata a sbalzo da **M1**, il banco di condensatori di rifasamento inserito sulla sbarra **M1** per avere un $\cos\varphi$ pari a 0.99, specificandone il collegamento.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

**Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025**

3) Calcolare, *supponendo che tutta la rete della figura di cui al punto 2) sia esercita a sbalzo da M1* e sia costituita da conduttori in rame con induttanza chilometrica $\ell = 1.2$ [mH/km] e resistenza chilometrica (a 50° C) $r = 0.5$ [Ω /km] e che la potenza di corto circuito trifase sulle sbarre A sia pari a 3,5 GVA ($\cos\phi_{cc} = 0$) e che le caratteristiche dei trasformatori siano riassunte nella tabella (nel punto 1, 2 e 3 sono derivati due trasformatori in parallelo *identici*).

	<i>T1</i>	<i>T2</i>
<i>Potenza [MVA]</i>	25	1
<i>U₁ [kV]</i>	132	20
<i>U₂ [kV]</i>	20	0.4
<i>u_{cc} %</i>	18	3
<i>cosϕ_{cc}</i>	0.05	0.36
<i>Gruppo e collegamento</i>	Yy6	Dyn11

- la corrente di guasto al secondario e il valore corrispondente al primario nel caso di corto circuito fase 1-terra nel punto 2s.
- Calcolare nelle ipotesi di cui al punto precedente la corrente di guasto al secondario e il valore corrispondente al primario nel caso di **corto circuito fase 2-fase 3 nel punto M1**.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

**Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025**

FOGLIO DELLE RISPOSTE

Domanda n. 1

	a) $\underline{z} =$	$\underline{y} =$	b) $\underline{z} =$	$\underline{y} =$
--	----------------------	-------------------	----------------------	-------------------

Domanda n. 2

a)	Sezione commerciale	[mm ²]	
b)	Max cdt alimentata entrambe estremità	[%]	
c)	Max cdt con linea a sbalzo	[%]	
	Max cdt con rif. distrib. a cosφ=0.90	[%]	
d)	Potenza banco di condensatori di rif.	[kvar]	
	Tipo collegamento		

Domanda n. 3

			Ig1	Ig2	Ig3
a)	Corrente di guasto a secondario	[A]			
	Corrente di guasto a primario	[A]			
			Ig1	Ig2	Ig3
b)	Corrente di guasto a secondario	[A]			
	Corrente di guasto a primario	[A]			

N.B. Con |Ig_i| si indica il modulo della corrente di guasto sulla fase i-esima (i=1,2,3)

Ef



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

**Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025**

TEMA 4: Energetica

In un ciclo Brayton-Joule, una portata di aria $\dot{m}_a = 3 \text{ kg/s}$ (gas ideale con $c_{p,a} = 1004 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e $k = 1.4$) viene aspirata alla temperatura $t_1 = 20^\circ \text{C}$ e alla pressione $p_1 = 1 \text{ bar}$ e inviata al compressore avente rendimento isoentropico pari a 0.85 con rapporto di compressione pari a 6.

La portata di aria all'uscita del compressore viene preriscaldata prima dell'ingresso in camera di combustione mediante uno scambiatore isobaro e adiabatico verso l'esterno avente efficienza termica $\varepsilon = 0.50$. Nello scambiatore viene utilizzata una portata di olio diatermico $\dot{m}_{olio} = 5 \text{ kg/s}$ (calore specifico $c_{olio} = 2090 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$) entrante a temperatura $t_i = 300^\circ \text{C}$.

Successivamente, la portata d'aria viene mandata in una camera di combustione adiabatica e isobara in cui viene bruciato gas metano entrante alla temperatura $t_{i,c} = 20^\circ \text{C}$. Il potere calorifico inferiore del gas metano riferito alla temperatura $t_0 = 20^\circ \text{C}$ è pari a $H_0 = 50 \text{ MJ/kg}$.

I fumi, supposti a comportamento ideale con $c_{p,f} = 1300 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e $k = 1.33$, escono dalla camera di combustione alla temperatura $T_4 = 1000 \text{ K}$ ed entrano nella turbina (rendimento isoentropico pari a 0.90), dove la portata di gas viene espansa fino alla pressione $p_5 = p_1$.

Determinare, con le unità di misura specificate:

1. la temperatura di fine compressione t_2 [$^\circ \text{C}$];
2. la temperatura all'uscita della turbina t_5 [$^\circ \text{C}$];
3. la temperatura di ingresso dell'aria in camera di combustione t_3 [$^\circ \text{C}$];
4. la portata di combustibile (gas metano) $\dot{m}_c$ [kg/h];
5. il rendimento globale d'impianto del turbomotore η [%];
6. la produzione entropica per irreversibilità allo scambiatore di calore $\dot{N}_{sc}$ [W/K].

Si ipotizzi una soluzione impiantistica con rigenerazione per aumentare l'efficienza dell'impianto. Con riferimento alla nuova configurazione, si disegni lo schema d'impianto con lo scambiatore rigenerativo, per il quale si assuma un'efficienza pari a $\varepsilon_{sr} = 0.70$ e un coefficiente globale di scambio termico $K = 90 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$. Assumendo che la temperatura in uscita dalla camera di combustione e la portata di aria non cambino, determinare:

7. la temperatura di uscita dei fumi a valle dello scambiatore rigenerativo t_5' [$^\circ \text{C}$];
8. il rendimento globale d'impianto del turbomotore dotato di scambiatore rigenerativo η' [%].
9. la superficie di scambio termico dello scambiatore rigenerativo A_{sc} [m^2].

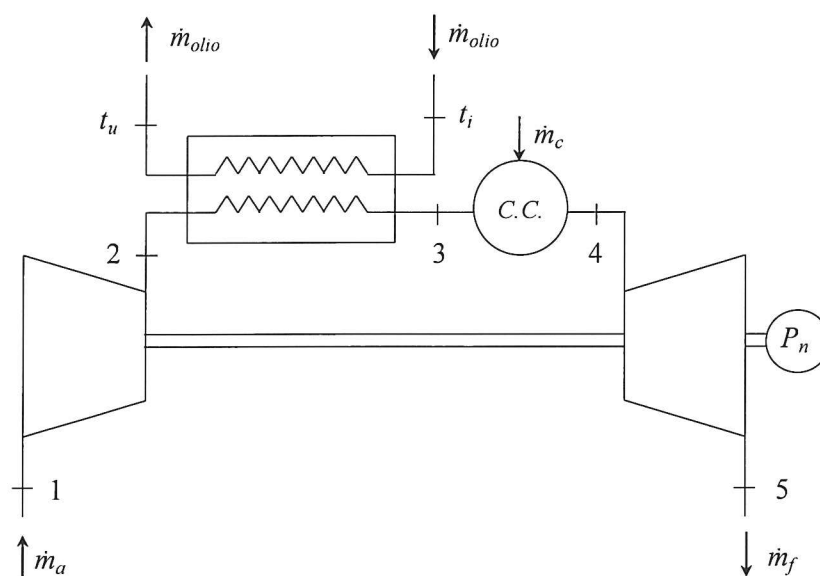
Si rappresentino le trasformazioni del ciclo termodinamico su un diagramma T-s, sia per la configurazione iniziale sia per quella con rigenerazione.

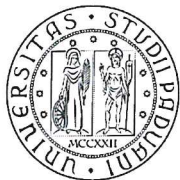


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

*Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025*





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

**Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025**

TEMA 5: Gestionale

Noti i dati contabili della Alpha Spa riportati nella tabella sottostante, relativi agli ultimi tre esercizi:

- a) Si riclassifichi il Conto Economico secondo lo schema "a ricavi e costo del venduto", specificando i valori di: costo della produzione venduta, margine lordo industriale, reddito operativo della gestione caratteristica, reddito operativo globale, reddito ordinario, reddito ante imposte, reddito netto
- b) Si riclassifichi lo Stato Patrimoniale secondo lo schema "finanziario", specificando i valori di: attivo corrente, attivo immobilizzato, attivo netto, passivo corrente, passivo consolidato, totale passivo
- c) Si riclassifichi lo Stato Patrimoniale secondo lo schema "funzionale", specificando i valori di: attivo corrente della gestione caratteristica, passivo corrente della gestione caratteristica, capitale circolante operativo netto, capitale investito netto nella gestione caratteristica, capitale investito netto
- d) calcolare, esplicitando le modalità di calcolo (incluse eventuali approssimazioni adottate) e arrotondando alla seconda cifra decimale, per ciascun anno i seguenti indici: ROE, ROA, ROI, ROI', ROS, rotazione del capitale investito netto nella gestione caratteristica, leva finanziaria e rispettivo effetto di leva finanziaria, indipendenza finanziaria, onerosità delle passività finanziarie, quoziente di indebitamento finanziario, grado di elasticità degli impieghi, grado di elasticità delle fonti, indice di disponibilità, indice di liquidità, indice di copertura delle immobilizzazioni, indice di autocopertura, durata dei crediti, durata dei debiti
- e) eseguire, per ogni biennio, l'analisi di redditività globale e operativa caratteristica e dell'equilibrio tra redditività degli investimenti e onerosità dei finanziamenti
- f) eseguire, per ogni biennio, l'analisi della struttura patrimoniale e della solidità finanziaria
- g) eseguire, per ogni biennio, l'analisi della liquidità
- h) sintetizzare (max 10 righe) i principali fenomeni emersi dall'analisi dei due bienni.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

**Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025**

Alpha Spa (dati contabili in migliaia di Euro)	2022	2023	2024
Acquisto materie prime	2789	2658	2991
debiti verso l'erario a breve termine	145	141	3
impianti e macchinari netti	1411	1193	1271
interessi attivi	623	610	650
salari e stipendi industriali	2378	2521	2420
conti correnti bancari passivi	421	306	612
cambiali commerciali attive	1900	1500	2000
avviamento	205	200	200
costi industriali vari	758	673	473
sopravvenienze attive	158	103	264
capitale sociale	1700	1300	1300
utile di esercizio	361	659	296
Costo per godimento di beni di terzi	513	513	698
spese generali amministrative	391	420	298
denaro e valori in cassa	5	11	5
altri debiti commerciali a breve termine	245	235	227
Magazzini Finali prodotti finiti	1200	843	1130
Magazzini iniziali prodotti finti	400	523	621
debiti verso fornitori a breve termine	2220	1220	1515
prestiti obbligazionari	612	404	793
riserve legale	820	810	820
salari e stipendi commerciali e amministrativi	743	830	721
mutuo (quota a medio-lungo termine)	409	569	914
crediti finanziari a medio-lungo termine vs imprese collegate	1480	1565	2040
crediti finanziari a breve termine	1350	1270	1600
plusvalenze	45	47	54
Oneri finanziari	640	530	602
fabbricati	1675	1824	2135
Costi per lavorazioni esterne	600	448	720
ratei attivi operativi	104	138	496
crediti verso clienti	1859	986	1025
accantonamento al fondo TFR commerciale e amministrativo	242	194	229
c/c bancari attivi	338	149	418



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

***Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025***

minusvalenze	77	69	50
Anticipi da cliente	5	5	2
fondo trattamento di fine rapporto	575	921	1006
Imposte di esercizio	241	440	198
accantonamento al fondo di Ammortamento industriale	187	191	201
fondo manutenzione	360	415	34
debiti finanziari a breve termine vs controllate	3354	2395	4490
Ricavi di vendita	8700	9340	8600
altri costi commerciali	406	274	180
mutuo (quota a breve termine)	320	320	320
Anticipi a fornitori	20	21	12



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR***

***Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025***

TEMA 6: Meccanica e Innovazione del Prodotto

In riferimento al disegno tecnico del pezzo finito, ottenuto tramite lavorazioni di asportazione di truciolo alle macchine utensili:

1. Individuare quale possa essere stato il processo di fabbricazione del grezzo, tenendo conto del materiale e del fatto che si debba produrre un solo pezzo;
2. Descrivere, sulla base del punto 1, i passaggi necessari per ottenere il grezzo;
3. Elaborare il ciclo di lavorazione alle macchine utensili per ottenere il pezzo finito rappresentato a disegno, partendo dal grezzo di cui al punto 2), considerando le tolleranze di rugosità superficiale e di posizione riportate. Per ogni lavorazione specificare: il tipo di operazione, il tipo di macchina utensile e l'utensile impiegato. Per ciascuna lavorazione si disegni il posizionamento del pezzo sulla macchina;
4. Prendere in esame la superficie A: dopo aver assunto un raggio di punta adatto per l'utensile, determinare l'avanzamento necessario per la lavorazione di tale superficie;
5. Con l'avanzamento stabilito al punto 4, calcolare la potenza richiesta dall'operazione, utilizzando la Tabella 1 e tenendo presente che la lavorazione è di finitura ed è eseguita alla massima velocità di taglio (numero massimo di giri del mandrino: 2500 giri/minuto).



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR**

**Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025**

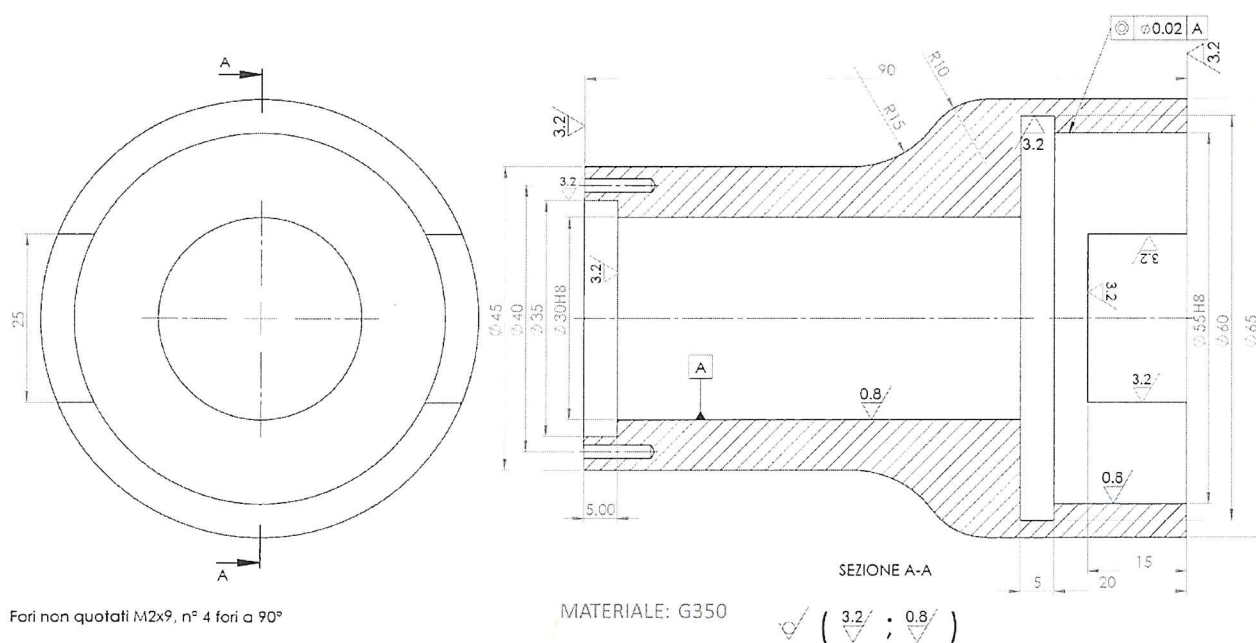


Figura 1. Disegno tecnico del carter di un componente da bricolage.

Materiale	Energia specifica (W·s/mm ³)
Leghe di alluminio	0,4 – 1,1
Ghise	1,6 – 5,5
Leghe di rame	1,4 – 3,3
Leghe ad alta temperatura	3,3 – 8,5
Leghe di magnesio	0,4 – 0,6
Leghe di nichel	4,9 – 6,8
Leghe refrattarie	3,8 – 9,6
Acciai inossidabili	3,0 – 5,2
Acciai	2,7 – 9,3
Leghe di titanio	3,0 – 4,1

Tabella 1. Energia specifica di taglio al variare del materiale in lavorazione.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR***

***Seconda sessione 2025
Prova pratica del 15 dicembre 2025***

TEMA 7: Materiali

Si consideri un pistone per motocicletta da competizione realizzato in lega di alluminio 2614 mediante pressofusione in sorgente in uno stampo in acciaio.

Il pistone è approssimato con la seguente geometria:

diametro esterno: 78 mm; altezza totale: 50 mm; diametro interno: 68 mm; profondità della cava: 32 mm, con la cava aperta verso il basso (zona gonna); due fori cilindrici passanti coassiali attraverso il pistone, con asse posto a metà altezza del pezzo, di diametro 18 mm.

La lega di alluminio 2614 ha una densità di 800 kg/m^3 un calore latente di solidificazione: di 400 kJ/kg , un calore specifico medio nel campo liquido-solido: di 1 kJ/(kg.K) , la temperatura di liquidus di 640°C , la temperatura di solidus di 520°C e viene colata con un surriscaldamento di 70°C .

Lo stampo in acciaio per la pressofusione lavora ad una temperatura di 250°C e il pezzo viene estratto dallo stampo alla temperatura media di 350°C .

Poiché per avere almeno il 50% della tensione di snervamento ottenibile con trattamento di invecchiamento ottimale, è necessario che il raffreddamento medio durante la solidificazione sia 20 K/s ,

calcolare:

- il tempo di solidificazione del pistone utilizzano una costante di Chvorinov di 35 s/cm^2
- il raffreddamento medio durante la solidificazione e verificare se il requisito per ottenere almeno il 50% della tensione di snervamento ottenibile con trattamento di invecchiamento ottimale sia soddisfatto.

Tab. A.1 - Conduttori a corda di rame crudo per linee elettriche aeree (da tab. UNEL 01437)

Grandezza	Formazione: numero fili x d n° x mm	Sezione teorica mm ²	Ø mm	Massa teorica kg/km	Carico di rottura daN	Resistenza elettrica teo- rica a 20°C Ω/km
16/ 7	7x1,70	15,69	5,1	144,1	664,0	1,140
25/ 7	7x2,14	25,18	6,42	228,3	1028	0,7199
35/ 7	7x2,52	34,91	7,56	316,6	1426	0,5192
40/ 7	7x2,70	40,08	8,1	363,4	1637	0,4522
50/ 7	7x3,00	49,48	9	448,7	2021	0,3663
65/19	19x2,10	65,81	10,5	602,6	2632	0,2781
70/19	19x2,14	68,34	10,7	625,8	2733	0,2678
95/19	19x2,52	94,76	12,6	867,7	3790	0,1831
120/19	19x2,80	117,0	14	1071	4679	0,1564
150/37	37x2,30	153,7	16,1	1415	5949	0,1196
230/37	37x2,80	227,8	19,6	2096	8817	0,08073

Tab. A.2 - Conduttori a corda di alluminio crudo per linee elettriche aeree (da tab. UNEL 01435)

Grandezza	Formazione: numero fili x d n°. x mm	Sezione teorica mm ²	Ø mm	Massa teorica kg/km	Carico di rottura daN	Resistenza elettrica teo- rica a 20°C Ω/km
25/7	7x2,14	25,18	6,42	68,00	431,0	1,137
35/7	7x2,50	34,36	7,5	94,10	575,0	0,8332
50/7	7x3,00	49,48	9	135,5	790,0	0,5786
70/19	19x2,14	68,34	10,7	188,0	1169	0,4210
95/19	19x2,50	93,27	12,5	256,6	1559	0,3085
120/19	19x2,90	125,5	14,5	345,3	2003	0,2292
240/37	37x2,90	244,4	20,3	673,8	3900	0,1180
500/61	61x3,20	490,6	28,8	1355	7285	0,05690
800/61	61x4,00	766,5	36	2118	10970	0,03770

3

Tab. A.3 - Conduttori a corda di lega di alluminio per
linee elettriche aeree (da tab. UNEL 01436)

Grandezza	Formazione: numero fili x d n° x mm	Sezione teorica mm ²	Ø mm	Massa teorica kg/km	Carico di rottura daN	Resistenza elettrica teorica a 20°C Ω /km
35/ 7	7x2,52	34,91	7,56	95,60	995,0	0,9429
50/ 7	7x3,00	49,48	9	135,5	1410	0,6653
70/19	19x2,14	68,34	10,7	188,0	1948	0,4840
95/19	19x2,52	94,76	12,6	260,7	2701	0,3491
120/19	19x2,90	125,5	14,5	345,3	3577	0,2636
150/37	37x2,25	147,1	15,75	405,6	4193	0,2253
185/37	37x2,52	184,5	17,64	508,8	5259	0,1797
200/37	37x2,60	196,4	18,2	541,6	5599	0,1688
240/37	37x2,90	244,4	20,3	673,8	6965	0,1357
300/61	61x2,52	304,2	22,68	840,6	8671	0,1092
400/61	61x2,90	402,9	26,1	1113	11480	0,08247

Tab. A.4 - Conduttori a corda di alluminio-acciaio per
linee elettriche aeree (da tab. UNEL 01434)

Grandezza	Formazione: numero fili x d n° x mm		Sezione teorica mm ²			Rap- por- to se- zioni allumi- nio-ac- ciaio	Ø mm	Massa teorica kg/km			Carico di rottura daN		Resisten- za elet- trica teorica a 20°C Ω /km
	allumi- nio	acciaio	allumi- nio	acciaio	totale			allumi- nio	acciaio	totale	con acciaio tipo 135	con acciaio tipo 170	
42/ 6+ 1	6x3,00	1x3,00	42,41	7,069	49,48	6,0	9	116,4	55,13	171,5	1515	1613	0,6766
68/ 12+ 7	12x2,68	7x2,68	67,69	39,49	107,2	1,7	13,4	186,9	309,4	496,3	5650	6195	0,4266
128/ 26+ 7	26x2,50	7x1,95	127,6	20,90	148,5	6,1	15,85	352,4	163,8	516,2	4696	4909	0,2261
191/ 26+ 7	26x3,06	7x2,38	191,2	31,14	222,3	6,1	19,38	528,0	244,0	772,0	6692	7122	0,1509
212/ 30+ 7	30x3,00	7x3,00	212,0	49,48	261,5	4,3	21	586,0	387,7	973,7	9183	9866	0,1362
265/ 26+ 7	26x3,60	7x2,80	264,6	43,10	307,7	6,1	22,8	730,8	337,7	1068	9157	9752	0,1090
349/ 30+ 19	30x3,85	19x2,30	349,2	78,94	428,1	4,4	26,9	965,1	620,6	1586	14520	15610	0,08274
382/ 54+ 7	54x3,00	7x3,00	381,7	49,48	431,2	7,7	27	1055	387,7	1443	12030	12710	0,07573
416/ 30+ 19	30x4,20	19x2,50	415,6	93,26	508,9	4,5	29,3	1148	733,2	1881	17200	18490	0,06952
434/ 54+ 7	54x3,20	7x3,20	434,2	56,29	490,5	7,7	28,8	1200	441,1	1641	13370	14060	0,06656
520/ 54+ 19	54x3,50	19x2,10	519,5	65,80	585,3	7,9	31,5	1436	517,4	1953	16180	16850	0,05564
629/ 54+ 19	54x3,85	19x2,30	628,6	78,94	707,5	8,0	34,6	1737	620,6	2358	18960	20050	0,04598
748/ 54+ 19	54x4,20	19x2,50	748,1	93,26	841,4	8,0	37,7	2068	733,2	2801	22490	23770	0,03864
1657/150+ 37	150x3,75	37x2,68	1657	208,7	1866	7,9	56,26	4610	1659	6269	50400	53280	0,01758

EF

Tab. A.5 - Portate di corrente in regime permanente in conduttori a corda, con 40°C di sovratemperatura, all'aperto con aria tranquilla.

Sezione nominale della corda mm ²	Corrente in A		
	Rame	Alluminio	Lega di AL
16	115	-	-
25	151	121	-
35	174	149	142
50	231	185	176
70	282	226	215
95	357	282	269
120	411	329	313
150	477	-	369
185	-	-	414
230	621	-	-
240	-	513	488
300	-	-	568

Tab. A.6 - Portate di corrente in regime permanente in corde di Alluminio-acciaio, con 40°C di sovratemperatura, all'aperto con aria tranquilla.

Designazione della corda	Corrente in A
42/ 6+ 1	219
68/ 12+ 7	259
128/ 26+ 7	356
191/ 26+ 7	458
212/ 30+ 7	492
265/ 26+ 7	576
349/ 30+19	712
382/ 54+ 7	765
416/ 30+19	819
434/ 54+ 7	849
520/ 54+19	987

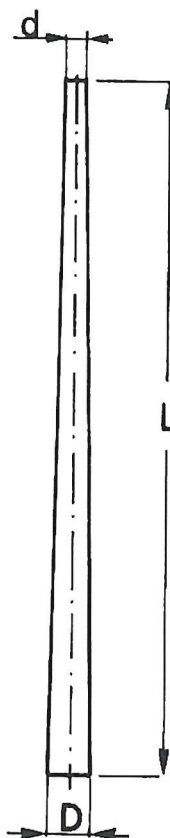
ef

Tab. A.11 - Distanze minime indicative tra i conduttori di linee aeree in M.T. (cm).

Tensioni Campate			
	fino a 10 kV	10 + 22 kV	22 + 30 kV
fino a 60 m	75	105	135
60 + 90	90	120	150
90 + 100	105	135	165

Tab. A.12 - Pali in cemento armato centrifugato per linee elettriche aeree in BT e MT .

L m	Tiro in testa di rottura teorico kg	D cm	d cm	peso kg
8,0	200	21,00	9,0	300
8,5		21,75		330
8,0	300	22,50	10,5	320
9,0		24,00		370
9,5		24,75		420
10,0		25,50		470
10,5		26,25		520
11,0		27,00		570
11,5	350	27,75	10,5	620
9,0		24,00		380
9,5		24,75		430
10,0		25,50		480
10,5		26,25		530
11,0		27,00		580
11,5	450	27,75	12,0	630
12,0		28,50		680
9,0		25,50		500
10,0		27,00		580
11,0	600	28,50	14,0	670
12,0		30,00		770
9,0		27,50		600
9,5		28,25		650
10,0		29,00		700
10,5		29,75		750
11,0	2400	30,50	27	800
12,0		32,00		900
13,0		33,50		1050
14,0		35,00		1200



L m	Tiro in testa di rottura teorico kg	D cm	d cm	peso kg
9,0	900	31,50	18	800
9,5		32,25		850
10,0		33,00		900
10,5		33,75		950
11,0		34,50		1000
12,0		36,00		1200
13,0	1200	37,50	20	1300
14,0		39,00		1500
9,0		33,50		900
10,0		35,00		1050
11,0	1500	36,50	22	1175
12,0		38,00		1375
13,0		39,50		1500
14,0		41,00		1700
10,0	1800	37,00	24	1150
11,0		38,50		1300
12,0		40,00		1500
13,0		41,50		1650
14,0	2400	43,00	27	1850
10,0		39,00		1400
11,0		40,50		1600
12,0		42,00		1900
13,0	2400	43,50	27	2100
14,0		45,00		2300
16,0		48,00		2600
10,0		42,00	27	1600
11,0	2400	43,50		1800
12,0		45,00		2100
13,0		46,50		2400
14,0	2400	48,00	27	2700
16,0		51,00		3400

ef

DATI COSTRUTTIVI E PORTATE DI CORRENTE

COEFFICIENTI DI CORREZIONE DELLE PORTATE DI CORRENTE

TEMPERATURA DELL'AMBIENTE DIVERSA DA QUELLA DI RIFERIMENTO

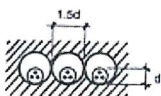
Temperatura ambiente °C	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Cavi in terra	1.04	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.80	—	—	—	—
Cavi in aria *	—	1.09	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.79	0.74	0.67	0.60

* Non esposti al sole direttamente

CAVI TRIPOLARI (O TERNE DI CAVI UNIPOLARI A TRIFOGLIO) POSATI IN TERRA

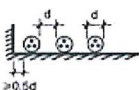
Numero di cavi o terne (in orizzontale)		2	3	4	6
Distanza fra i cavi o terne	7 cm	0.84	0.74	0.67	0.60
	25 cm	0.86	0.78	0.74	0.69

CAVI TRIPOLARI (O TERNE DI CAVI UNIPOLARI A TRIFOGLIO) POSATI IN TUBO INTERRATO

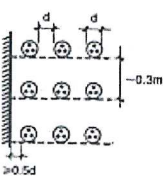


Numero di cavi (in orizzontale)	1	2	3
	0.82	0.69	0.61

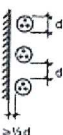
CAVI TRIPOLARI POSATI IN ARIA



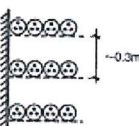
Numero cavi (in orizzontale)	1	2	3	6
	0.95	0.90	0.88	0.85



Numero di cavi (in orizzontale)		1	2	3	6
Numero di strati (in verticale)	1	1.00	0.98	0.96	0.93
	2	1.00	0.95	0.93	0.90
	3	1.00	0.94	0.90	0.87



Numero cavi (in verticale)	1	2	3	6
	1.00	0.93	0.90	0.87



Numero di cavi (in orizzontale)		1	2	3	6
Numero di strati (in verticale)	1	0.95	0.84	0.80	0.75
	2	0.95	0.80	0.76	0.71
	3	0.95	0.78	0.74	0.70



Numero cavi (in orizzontale)	1	2	3	6
	0.95	0.78	0.73	0.68

PORTATE DI CORRENTE IN REGIME PERMANENTE

CAVI UNIPOLARI

sezione nominale mm ²	posa in aria				posa in terra							
					R _t = 100 °C cm/W				R _t = 200 °C cm/W			
	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al	Cu ... Al
1x 25	176	—	157	—	158	—	152	—	123	—	118	—
1x 35	213	—	190	—	189	—	182	—	146	—	141	—
1x 50	255	200	228	177	224	174	216	168	172	134	166	129
1x 70	320	250	284	221	274	214	265	206	209	163	202	158
1x 95	390	306	346	269	328	256	316	246	249	195	241	188
1x120	450	353	399	311	373	292	360	281	282	221	273	213
1x150	510	400	451	353	416	326	402	314	313	246	304	238
1x185	585	461	520	406	471	370	456	357	354	278	344	269
1x240	690	545	614	481	544	429	528	415	407	321	397	311
1x300	790	630	705	552	611	483	595	468	456	361	446	351
1x400	910	730	816	645	688	550	673	534	512	410	503	400
1x500	1050	850	944	753	776	627	761	611	575	465	568	455
1x630	1190	965	1087	877	873	713	856	696	645	528	637	518

CAVI TRIPOLARI

sezione nominale mm ²	posa in aria		posa in terra			
			R _t = 100 °C cm/W		R _t = 200 °C cm/W	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
3x 25	144	—	149	—	117	—
3x 35	177	—	175	—	138	—
3x 50	209	164	207	161	162	126
3x 70	260	203	253	197	198	154
3x 95	315	246	300	234	234	183
3x120	362	283	342	266	266	208
3x150	408	319	381	298	296	232
3x185	468	366	431	337	335	262
3x240	550	430	500	392	387	303
3x300	630	495	561	441	435	341

sezione nominale mm ²	posa in aria		posa in terra			
			R _t = 100 °C cm/W		R _t = 200 °C cm/W	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
3x 25	140	—	150	—	118	—
3x 35	172	—	177	—	139	—
3x 50	203	159	208	162	163	127
3x 70	251	197	255	199	199	155
3x 95	303	237	301	235	235	184
3x120	347	272	342	267	266	208
3x150	391	307	381	299	296	232
3x185	446	349	430	338	334	262
3x240	520	410	494	390	382	302
3x300	595	474	553	438	427	339

DATI TECNICI

VALORI TEORICI DELLA RESISTENZA APPARENTE DEL CONDUTTORE A 50 Hz ED A 90°C (Ohm/km)

Cavi unipolari 

Sezione mm ²	Conduttori in rame				Conduttori in alluminio			
	1.8/3 kV 3.6/6 kV	6/10 kV 8.7/15 kV	12/20 kV 15/20 kV 18/30 kV	26/45 kV	1.8/3 kV 3.6/6 kV	6/10 kV 8.7/15 kV	12/20 kV 15/20 kV 18/30 kV	26/45 kV
10	2.35	2.35	—	—	—	—	—	—
16	1.48	1.48	—	—	—	—	—	—
25	0.936	0.936	0.936	—	—	—	—	—
35	0.674	0.675	0.675	—	—	—	—	—
50	0.499	0.499	0.499	—	0.818	0.818	0.818	—
70	0.345	0.345	0.345	0.345	0.566	0.566	0.566	0.566
95	0.249	0.249	0.249	0.249	0.409	0.409	0.409	0.409
120	0.197	0.197	0.197	0.197	0.323	0.323	0.323	0.323
150	0.161	0.161	0.161	0.161	0.263	0.263	0.263	0.263
185	0.128	0.128	0.128	0.128	0.210	0.210	0.210	0.210
240	0.0984	0.0983	0.0982	0.0981	0.161	0.161	0.161	0.161
300	0.0789	0.0788	0.0787	0.0786	0.130	0.130	0.130	0.129
400	0.0625	0.0624	0.0623	0.0622	0.102	0.102	0.102	0.102
500	0.0496	0.0494	0.0493	0.0491	0.0813	0.0810	0.0813	0.0805
630	0.0396	0.0394	0.0393	0.0391	0.0649	0.0646	0.0649	0.0645

Cavi unipolari 

Sezione mm ²	Tutte le tensioni	
	conduttori in rame	cond. in alluminio
10	2.35	—
16	1.48	—
25	0.936	—
35	0.675	—
50	0.499	0.818
70	0.345	0.566
95	0.249	0.409
120	0.197	0.323
150	0.162	0.265
185	0.129	0.211
240	0.0995	0.163
300	0.0805	0.133
400	0.0645	0.106
500	0.0521	0.0854
630	0.0429	0.0704

Cavi tripolari 

Sezione mm ²	Tutte le tensioni	
	conduttori in rame	cond. in alluminio
10	2.35	—
16	1.48	—
25	0.936	—
35	0.675	—
50	0.499	0.818
70	0.345	0.566
95	0.250	0.410
120	0.198	0.325
150	0.162	0.265
185	0.130	0.213
240	0.100	0.164
300	0.0815	0.134
400	0.0658	0.108
500	0.0536	0.0879

VALORE DELLA CAPACITÀ A 50 Hz (μF/km)

Sezione mm ²	1.8/3 kV		3.6/6 kV		6/10 kV	8.7/15 kV	12/20 kV	15/20 kV	18/30 kV	26/45 kV
	schermati	armati	schermati	armati						
10	0.19	0.16	0.15	0.14	0.16	—	—	—	—	—
16	0.23	0.18	0.17	0.16	0.18	0.15	—	—	—	—
25	0.27	0.21	0.20	0.18	0.21	0.18	0.17	—	—	—
35	0.30	0.23	0.23	0.19	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	—
50	0.34	0.25	0.26	0.22	0.26	0.21	0.18	0.17	0.15	—
70	0.40	0.28	0.30	0.24	0.29	0.24	0.21	0.19	0.16	0.14
95	0.45	0.30	0.33	0.25	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
120	0.50	0.32	0.37	0.28	0.36	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17
150	0.55	0.34	0.40	0.29	0.38	0.31	0.27	0.24	0.20	0.19
185	0.60	0.37	0.44	0.31	0.42	0.34	0.29	0.26	0.22	0.21
240	0.68	0.38	0.49	0.32	0.47	0.37	0.32	0.28	0.24	0.23
300	0.75	0.41	0.54	0.35	0.52	0.42	0.35	0.31	0.27	0.25
400	0.83	0.44	0.60	0.38	0.57	0.45	0.39	0.34	0.29	0.27
500	0.88	0.45	0.64	0.39	0.64	0.51	0.43	0.38	0.32	0.30
630	0.92	—	0.72	—	0.73	0.58	0.49	0.43	0.36	0.33

VALORE DELLA REATTANZA DI FASE A 50 Hz (Ohm/km)

Cavi unipolari  (valore medio)

Sezione mm ²	1.8/3 kV	3.6/6 kV	6/10 kV	8.7/15 kV	12/20 kV	15/20 kV	18/30 kV	26/45 kV
10	0.19	0.20	0.21	—	—	—	—	—
16	0.18	0.19	0.20	0.21	—	—	—	—
25	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	—	—	—
35	0.17	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.21	—
50	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	—
70	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.19	0.20	0.21
95	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20
120	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19
150	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.19
→ 185	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18
240	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18
300	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17
400	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17
500	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17
630	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16

Cavi unipolari 

Sezione mm ²	1.8/3 kV	3.6/6 kV	6/10 kV	8.7/15 kV	12/20 kV	15/20 kV	18/30 kV	26/45 kV
10	0.13	0.14	0.16	—	—	—	—	—
16	0.12	0.14	0.15	0.15	—	—	—	—
25	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	—	—	—
35	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	—
50	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	—
70	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15
95	0.098	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14
120	0.095	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14
150	0.092	0.097	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13
185	0.089	0.094	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
240	0.086	0.091	0.097	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12
300	0.084	0.089	0.095	0.099	0.10	0.11	0.11	0.12
400	0.083	0.087	0.092	0.096	0.099	0.10	0.11	0.11
500	0.081	0.084	0.089	0.092	0.096	0.098	0.10	0.11
630	0.079	0.082	0.087	0.090	0.093	0.096	0.099	0.10

Cavi tripolari 

Sezione mm ²	1.8/3 kV	3.6/6 kV	6/10 kV	8.7/15 kV	12/20 kV	15/20 kV	18/30 kV	26/45 kV
10	0.11	0.12	0.14	—	—	—	—	—
16	0.10	0.12	0.13	0.14	—	—	—	—
25	0.097	0.11	0.12	0.13	0.14	—	—	—
35	0.093	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	—
50	0.088	0.097	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	—
70	0.084	0.092	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14
95	0.081	0.089	0.097	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13
120	0.079	0.086	0.094	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13
150	0.077	0.084	0.091	0.097	0.10	0.11	0.11	0.12
185	0.076	0.082	0.088	0.094	0.098	0.10	0.11	0.11
240	0.074	0.079	0.085	0.090	0.094	0.098	0.10	—
300	0.072	0.077	0.084	0.088	0.092	0.096	0.10	—
400	0.071	0.075	0.082	0.086	—	—	—	—
500	0.070	0.074	0.079	—	—	—	—	—