



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

*Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025*

TEMA 1

Il candidato è chiamato a progettare e valutare criticamente una missione spaziale innovativa per lo studio ravvicinato di una cometa. Si richiede di proporre e giustificare una serie di obiettivi scientifici primari e secondari per la missione, valutando il loro potenziale impatto sulla nostra comprensione della formazione del sistema solare e dell'origine della vita. Il candidato potrà selezionare una cometa target specifica oppure di sua invenzione, giustificando la scelta in base a criteri scientifici, tecnici e operativi, e analizzare criticamente le caratteristiche orbitali della cometa scelta, valutando come queste influenzano la fattibilità e il design della missione. È necessario sviluppare e confrontare almeno due strategie alternative di trasferimento dallo spazio circumterrestre all'orbita di rendez-vous con la cometa, valutando quantitativamente l'efficacia di ciascuna strategia in termini di delta-v richiesto, tempo di trasferimento e finestre di lancio. Il candidato dovrà proporre un design preliminare della sonda spaziale, giustificando la scelta dei sottosistemi principali in relazione agli obiettivi della missione e alle sfide dell'ambiente cometario. Si richiede inoltre di analizzare criticamente i rischi principali della missione e proporre strategie di mitigazione, valutandone l'efficacia e l'impatto sul design complessivo. Il candidato dovrà sviluppare un piano di operazioni preliminare per la fase di rendez-vous e studio ravvicinato della cometa, valutando i compromessi tra obiettivi scientifici, vincoli tecnici e risorse disponibili. Infine, si richiede di stimare il budget della missione, confrontando i costi previsti con i potenziali benefici scientifici e tecnologici, e valutare la sostenibilità economica del progetto nel contesto attuale dell'esplorazione spaziale. Tutte le analisi e le valutazioni devono essere supportate da calcoli quantitativi, utilizzando disegni, grafici e tabelle appropriate. Il candidato deve difendere criticamente tutte le scelte progettuali, dimostrando una comprensione approfondita delle sfide tecniche e scientifiche associate alle missioni cometarie.



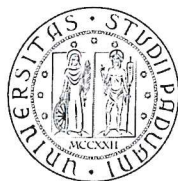
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

***Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025***

TEMA 2

Considerando un velivolo da trasporto civile come l'Airbus A320neo, si richiede al candidato di effettuare una valutazione critica approfondita. In primo luogo, è necessario analizzare l'impatto relativo dei parametri chiave quali carico alare, rapporto spinta/peso ed efficienza aerodinamica sulle prestazioni complessive del velivolo. Questa analisi deve determinare quali fattori esercitano la maggiore influenza nelle diverse fasi del volo, dal decollo all'atterraggio, passando per la crociera. Successivamente, il candidato dovrà giudicare l'efficacia delle soluzioni proposte per il sottosistema propulsivo e i dispositivi ipersostentatori, tenendo in considerazione aspetti cruciali come l'efficienza energetica, la complessità tecnica e l'impatto ambientale. Basandosi su questa valutazione, si richiede di proporre e difendere una configurazione ottimale dell'A320neo che bilanci efficacemente le prestazioni di decollo, crociera e atterraggio. Le scelte progettuali devono essere giustificate in base a criteri di sicurezza, efficienza operativa e sostenibilità economica. Infine, il candidato dovrà analizzare criticamente i compromessi inevitabili tra le diverse prestazioni, come ad esempio il trade-off tra la capacità di carico e la lunghezza di pista richiesta, proponendo strategie innovative per ottimizzare questi compromessi. L'obiettivo finale è dimostrare una comprensione profonda e la capacità di valutare criticamente tutti gli aspetti del design e delle prestazioni di un moderno velivolo da trasporto civile come l'A320neo.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

Airbus A320neo	
Parametro	Valore
Lunghezza	37,57 m
Apertura alare	35,80 m
Altezza	11,76 m
Peso massimo al decollo (MTOW)	79.000 kg
Peso massimo all'atterraggio (MLW)	66.000 kg
Peso operativo a vuoto (OEW)	circa 44.300 kg
Capacità passeggeri	150-180 (configurazione a due classi)
Capacità massima di carburante	23.760 litri
Velocità di crociera	Mach 0,78 (828 km/h a 11.000 m)
Autonomia massima	6.300 km
Quota di servizio	39.100 ft (11.900 m)
Motori	CFM LEAP-1A o P&W PW1100G-JM
Spinta per motore	circa 120 kN
Distanza di decollo (MTOW)	circa 2.180 m
Distanza di atterraggio (MLW)	circa 1.360 m
Consumo di carburante	2,4 l per passeggero per 100 km
Carico alare (al MTOW)	circa 640 kg/m ²
Rapporto spinta/peso (al MTOW)	circa 0,31



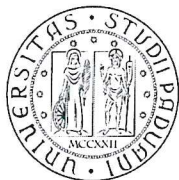
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

***Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025***

TEMA 3

Si provveda a descrivere l'insieme delle prove meccaniche che consentono di valutare le caratteristiche strutturali di rigidezza e resistenza di materiali ceramici per applicazioni protesiche. La descrizione deve includere gli aspetti di dettaglio delle prove (forma/dimensioni dei provini, modalità di vincolo, di carico, etc.) e le conseguenti relazioni matematiche che consentono di ricavare i parametri associati a rigidezza e resistenza. Si definiscano anche i metodi statistici che devono essere impiegati per descrivere le caratteristiche meccaniche suddette e che consentono di valutare il livello di rischio di fallimento associato all'impiego di tali materiali.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

TEMA 4

Il metanolo (CH_3OH) può essere prodotto secondo la seguente reazione di idrogenazione catalitica tra anidride carbonica (CO_2) e idrogeno (H_2):



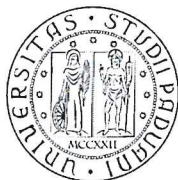
Tale reazione rappresenta una modalità di sintesi del metanolo che unisce l'utilizzo dell'anidride carbonica (ad esempio proveniente da un processo di cattura) in un contesto di disponibilità di idrogeno, preferibilmente di provenienza "verde".

L'alimentazione fresca al processo contiene idrogeno, anidride carbonica e 0.8 mol% di inerti (I). La corrente uscente dal reattore viene inviata ad un condensatore che rimuove sostanzialmente tutto il metanolo e l'acqua prodotti dalla reazione, ma nessuno dei reagenti o degli inerti. Questi ultimi (reagenti e inerti) vengono riciclati al reattore. Per evitare l'accumulo degli inerti nel sistema, una corrente di spurgo viene prelevata dal flusso di riciclo.

L'alimentazione al reattore (non l'alimentazione fresca al processo) contiene 25 mol% di CO_2 , 70 mol% di H_2 e 5 mol% di inerti (I). La conversione per passaggio dell'idrogeno è del 65 %.

Si richiede al/alla candidato/a di:

- A. Disegnare lo schema a blocchi del processo.
- B. Considerando una produttività di metanolo di 120 kmol/h, calcolare le portate e le composizioni molari di tutte le correnti e il rapporto di riciclo.
- C. Considerando di bruciare la corrente di spurgo con un eccesso di aria (secca) del 25%, stimare la potenza termica che va scambiata. Assumere una combustione completa. I reagenti e l'aria entrano a 25 °C e 1 atm mentre tutti i prodotti vengono scaricati a 250 °C e 1 atm.
- D. Ci sono altre vie di rilevanza industriale per ottenere il metanolo? Argomentare.



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

**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

Dati

Entalpia specifica di alcuni gas (kJ/mol).

Stato di riferimento: gas, 1 atm, 25 °C

$T (^{\circ}\text{C})$	Aria	O_2	N_2	H_2	CO	CO_2	H_2O
0	-0.72	-0.73	-0.73	-0.72	-0.73	-0.92	-0.84
25	0	0	0	0	0	0	0
100	2.19	2.24	2.19	2.16	2.19	2.90	2.54
200	5.15	5.31	5.13	5.06	5.16	7.08	6.01
300	8.17	8.47	8.12	7.96	8.17	11.58	9.57

Reazione di combustione completa dell'idrogeno

$\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ($\Delta \hat{H}_p^0 = -285.8 \text{ kJ/mol}$; stato di riferimento: 25 °C, 1 atm; acqua liquida)

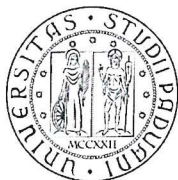
Calori specifici a pressione costante

$c_p \left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol K}} \right] = a + bT + cT^2 + dT^3$ con T in °C

Sostanza	$a \times 10^3$	$b \times 10^5$	$c \times 10^8$	$d \times 10^{12}$	Intervallo
Aria	28.94	0.4147	0.3191	-1.965	0-1500 °C
O_2	29.10	1.158	-0.6076	1.311	0-1500 °C
N_2	29	0.2199	0.5723	-2.871	0-1500 °C
H_2	28.84	0.00765	0.3288	-0.8698	0-1500 °C
CO	28.95	0.411	0.3548	-2.220	0-1500 °C
CO_2	36.11	4.233	-2.887	7.464	0-1500 °C
$\text{H}_2\text{O (v)}$	33.46	0.688	0.7604	-3.593	0-1500 °C
$\text{H}_2\text{O (l)}$	75.4				0-100 °C

Calore di vaporizzazione dell'acqua

43 kJ/mol (assumere costante)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

TEMA 5

I convertitori elettronici DC-DC a commutazione (*switching converters*) sono fondamentali per la regolazione della tensione in numerosi sistemi elettronici e di potenza, grazie alla loro elevata efficienza e densità di potenza. Considerando il convertitore step-down (buck),

- 1) si descriva il principio di funzionamento ideale in modalità continua di conduzione (CCM), illustrando la forma d'onda tipica della corrente nell'induttore e della tensione ai capi del carico. Si assuma che la corrente di uscita sia costante.
- 2) si derivi il guadagno statico (rapporto tra la tensione d'uscita e il duty-cycle) del convertitore in modalità CCM.
- 3) si descriva il principio di funzionamento ideale in modalità di conduzione discontinua (DCM), illustrando la forma d'onda tipica della corrente nell'induttore e della tensione ai capi del carico. Si assuma che la corrente di uscita sia costante.
- 4) si derivi il guadagno statico (rapporto tra la tensione d'uscita e il duty-cycle) del convertitore in modalità DCM e la condizione limite tra le modalità CCM e DCM.
- 5) si descrivano i principali effetti delle non-idealità legate ai dispositivi, come la resistenza di conduzione e i tempi di commutazione non nulli, ed ai parassiti dei componenti passivi, come la resistenza serie equivalente (ESR) nei condensatori ed induttori.

Es



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

***Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025***

TEMA 6

Con riferimento alla valutazione dei rischi per la salute e sicurezza sul lavoro, il candidato illustri:

- 1) Obiettivo, ambito e principali caratteristiche della valutazione del rischio secondo il D.Lgs. 81/2008 "Testo unico per la salute e sicurezza nei luoghi di lavoro",
- 2) Obiettivo, ambito e principali caratteristiche della valutazione del rischio secondo il D.Lgs. 105/2015 "Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose" (Dir. Seveso III)
- 3) Obiettivo, ambito e principali caratteristiche della valutazione del rischio secondo la Dir. 2006/42/CE "Direttiva relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE" (Dir. Macchine)

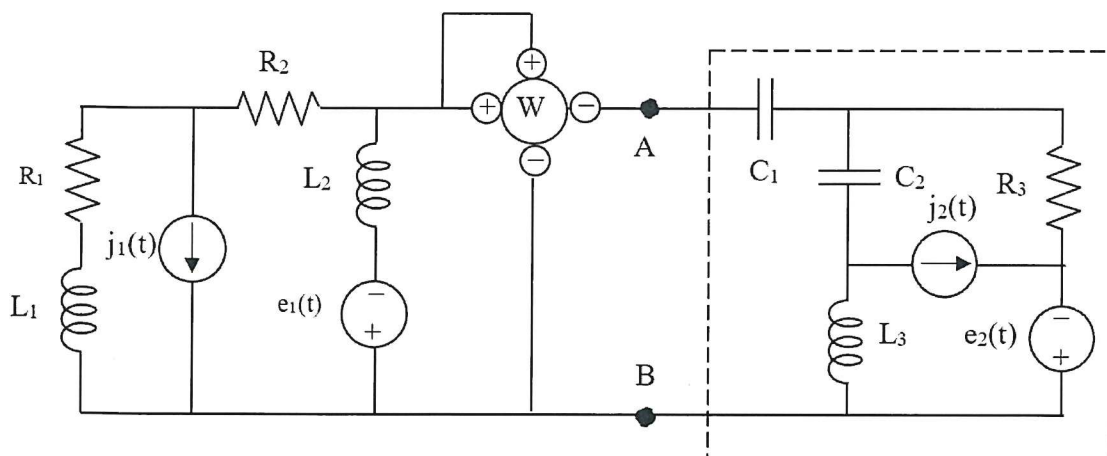
Ef



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

**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

TEMA 7



La rete mostrata in figura è a regime sinusoidale. Sono noti R_1 , R_2 , R_3 , L_1 , L_2 , L_3 , C_1 , C_2 e le grandezze impresse dai generatori ideali $e_1(t)$, $e_2(t)$, $j_1(t)$, $j_2(t)$.

1) Della rete simbolica associata alla rete a destra della porta AB (racchiusa nel riquadro tratteggiato) determinare:

- il valore dell'impedenza equivalente alla porta AB ($\dot{Z}_{ABeq_dx}$);
- il valore del fasore della tensione a vuoto alla porta AB con segno + della tensione in A ($\bar{V}_{AB0_dx}$).

2) Si considera la rete mostrata in figura nel suo complesso. Determinare:

- quale valore (P_W) misura il wattmetro ideale a valore medio;
- la potenza attiva (P_{R1}) entrante nel resistore ideale R_1 ;
- la potenza attiva (P_{R3}) entrante nel resistore ideale R_3 .

Dati			Risultati	
$e_1(t) = 400\sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \text{ V} ; e_2(t) = 240\sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \text{ V}$			$\dot{Z}_{ABeq_dx}$	=
$j_1(t) = 10\sqrt{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \text{ A} ; j_2(t) = 9\sqrt{2} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \text{ A}$			$\bar{V}_{AB0_dx}$	=
$R_1 = 40 \Omega$	$R_2 = 40 \Omega$	$R_3 = 20 \Omega$	P_W	=
$L_1 = 40 \text{ mH}$	$L_2 = 40 \text{ mH}$	$L_3 = 40 \text{ mH}$	P_{R1}	=
$C_1 = 50 \mu\text{F}$	$C_2 = 50 \mu\text{F}$		P_{R3}	=
$\omega = 1000 \text{ rad/s}$				



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

***Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025***

TEMA 8

Descrivere come la diffusione dei sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili contribuisca alla decarbonizzazione del settore elettrico. Illustrare le principali tecnologie (fotovoltaico, eolico, idroelettrico, da biomasse e geotermico) evidenziandone il principio di funzionamento e i principali parametri prestazionali. Analizzare le opportunità e i limiti legati all'integrazione di tali sistemi nella rete elettrica, confrontandoli con le tecnologie di generazione convenzionali e supportando le proprie argomentazioni con dati quantitativi o esempi numerici ove possibile.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

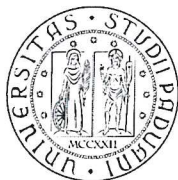
***Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025***

TEMA 9

Si sviluppi di un elaborato approfondito sull'argomento della Gestione della Qualità in azienda (Quality Management). Oltre a fornire una panoramica sistematica dell'argomento, si richiede di approfondire i seguenti punti:

1. Definizione della qualità e sue dimensioni
2. Misurazione della qualità
3. Controllo della qualità e il miglioramento continuo
4. Il sistema di gestione della qualità ISO 9001 e gli altri standard per la qualità
5. Il Total Quality Management (TQM)

In particolare, per ciascun punto, si richiede di analizzarne i relativi concetti teorici e, ove rilevante, gli strumenti/modelli/tecniche fondamentali. Si includano, inoltre, esempi pratici e/o casi applicativi che ne dimostrino l'implementazione, i benefici e le eventuali sfide.

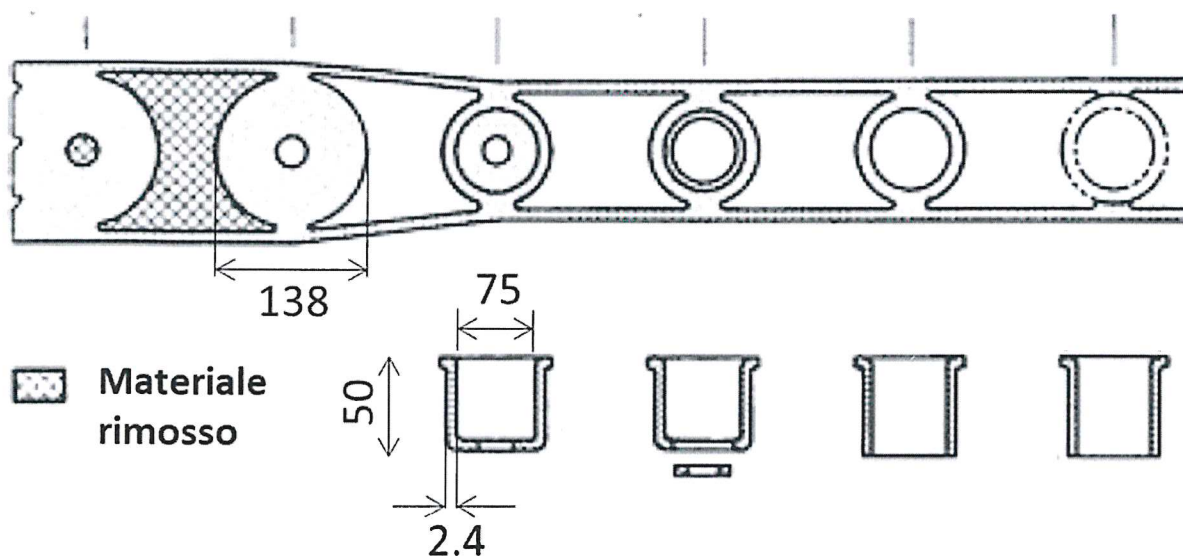


**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025*

TEMA 10

Stazione 1 Stazione 2 Stazione 3 Stazione 4 Stazione 5 Stazione 6



*Sequenza di lavorazioni in uno stampo progressivo (vista in pianta e vista laterale in sezione).
Dimensioni in mm.*

- a) Analizzare le operazioni rappresentate nello schema di processo allegato, descrivendo per ciascuna stazione:
- lo scopo dell'operazione;
 - l'influenza di ciascuna fase sulla qualità geometrica del pezzo finito (ove opportuno).
- b) Con riferimento alla stazione 3, discutere, includendo uno schizzo del componente difettato, la formazione dei possibili difetti in funzione delle diverse zone dell'imbutito, spiegandone le cause.
- c) Descrivere le soluzioni tecnologiche atte a prevenire i difetti individuati al punto b).
- d) Con riferimento alla stazione 3, discutere l'effetto dell'anisotropia del materiale metallico di partenza sulla qualità geometrica del componente finito.
Indicare quale acciaio, tra quelli riportati nella tabella seguente, risulta più facilmente imbutibile e motivare la scelta.

51



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

**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

- e) Per il caso di acciaio da imbutitura *DC04*, identificare il trattamento termico che verosimilmente viene eseguito prima dell'operazione di imbutitura.
- f) Con riferimento alla stazione 3, stimare il grado di difficoltà dell'operazione.
- g) Con riferimento alla stazione 3, determinare la forza di imbutitura e la forza del prelamiera nel caso di acciaio da imbutitura *DC04*.
Si assuma un valore medio delle caratteristiche meccaniche riportate nella tabella e si ipotizzi un raggio della matrice opportuno.
- h) Con riferimento alla stazione 5, spiegare perché tale fase è necessaria e quali vantaggi comporta rispetto a un'unica imbutitura profonda.
- i) Scegliere il tipo di pressa più idoneo per realizzare il ciclo produttivo illustrato in figura, motivando la scelta in base alle caratteristiche del processo e ipotizzando che sia richiesta un'elevata produttività.

Tabella 1. Caratteristiche meccaniche degli acciai per imbutitura secondo la EN1030:2007.

t= spessore del laminato in mm.

R_e= carico di snervamento.

R_m=carico a rottura.

A₈₀= allungamento percentuale a rottura

r= anisotropia normale

n=coefficiente di incrudimento

CARATTERISTICHE MECCANICHE										
Qualità	R _e (Mpa)			R _m (Mpa)	A ₈₀ (%)			r		n
	min-max			min-max	min			min		min
EN1030:2007	t≤0.5	0.5≤t≤0.7	t>0.7		t≤0.5	0.5≤t≤0.7	t>0.7	t<2	t≥2	
DC 01	(140)-320	(140)-300	(140)-280	270-410	24	26	28	-	-	-
DC 03	(140)-280	(140)-260	(140)-240	270-370	30	32	34	1.3	1.1	-
DC 04	(140)-250	(140)-230	(140)-210	270-350	34	36	38	1.6	1.4	0.18
DC 05	(140)-220	(140)-200	(140)-180	270-330	36	38	40	1.9	1.7	0.2
DC 06	(120)-220	(120)-200	(140)-180	270-350	34	36	38	1.8	1.6	0.22



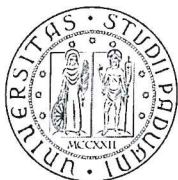
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

Tabella 2. Composizione chimica degli acciai per imbutitura secondo la EN1030:2007.

Qualità	Composizione chimica				
	C(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	Ti(%)
EN1030:2007	max	max	max	max	max
DC 01	0.12	0.6	0.045	0.045	
DC 03	0.1	0.45	0.035	0.035	
DC 04	0.08	0.4	0.03	0.03	
DC 05	0.06	0.35	0.025	0.025	
DC 06	0.02	0.25	0.02	0.02	0.3



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

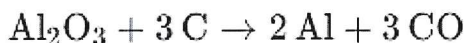
**Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025**

TEMA 11

Una cella elettrolitica per la produzione di alluminio opera a 960°C e utilizza un bagno di criolite (Na_3AlF_6) additivato con fluoruro di alluminio (AlF_3) e allumina (Al_2O_3). Durante 24 ore di funzionamento, si registrano i seguenti dati:

Corrente di cella	I	300 kA
Tensione di cella	U	4.2 V
Concentrazione iniziale di Al_2O_3 nel bagno	$x_{\text{Al}_2\text{O}_3,0}$	4.0 wt %
Efficienza di corrente	η_c	92 %
Perdita per ossidazione dell'alluminio	η_{ox}	2 %
Perdita per variazioni della distanza anodo-catodo (ACD)	η_{ACD}	3 %
Consumo di AlF_3 per vaporizzazione/idrolisi	$\dot{m}_{vap}$	1.5 kg/h
Aggiunta stechiometrica di AlF_3 per mantenere il rapporto criolitico $CR = \frac{NaF}{AlF_3} = 2.7$	$\approx 25 \text{ kg AlF}_3 \text{ per tonnellata di Al prodotta}$	

Si tenga conto che la reazione globale nel processo elettrolitico per la produzione di alluminio è:



e che la massa molare di $\text{Al}_2\text{O}_3 = 101.96 \text{ g/mol}$; la massa molare di $\text{Al} = 26.98 \text{ g/mol}$, che per produrre una mole di Al sono richieste 3 moli di elettroni che corrispondono a $3 \times 96\,485 \text{ C/mol}$ e che l'efficienza globale può essere espressa come prodotto dei singoli rendimenti.

Sulla base di queste considerazioni calcolare:

- Qual è la resa complessiva di corrente della cella (in %)?
- Qual è la produzione giornaliera effettiva di alluminio (kg/24h)?
- Quanti kg di Al_2O_3 e kg di AlF_3 sono consumati in 24 h?



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

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

***Seconda sessione 2025
Prima prova scritta del 14 novembre 2025***

- *Discutere come le perdite di efficienza influenzano il consumo energetico della cella.*
- *Come cambierebbe il bilancio se la corrente aumentasse del 10% mantenendo invariata l'efficienza?*