Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

mercoledì 21 dicembre 2022
meet/**ett-wttu-agt**
ASINCRONA 14:00-15:00

ESAMI

4 esercizi di meccanica + 2 di termodinamica = 5 a scelta su 6 in 2 ore

F F G 2/8

	24	27	30
18	20	20	21
20	21	22	23
22	23	23	24
24	24	25	26
26	26	26	27
28	27	28	29
30	29	29	30

F F M 6/8

Queste sono le date della prova scritta. Su richiesta del singolo studente fisserò un orale prima del giorno previsto per la verbalizzazione congiunta con Fondamenti di fisica medica:

lunedì 6 febbraio
lunedì 20 febbraio
martedì 6 giugno
martedì 20 giugno
lunedì 10 luglio
lunedì 4 settembre
lunedì 18 settembre

TRASFORMAZIONI

FORMULARIO

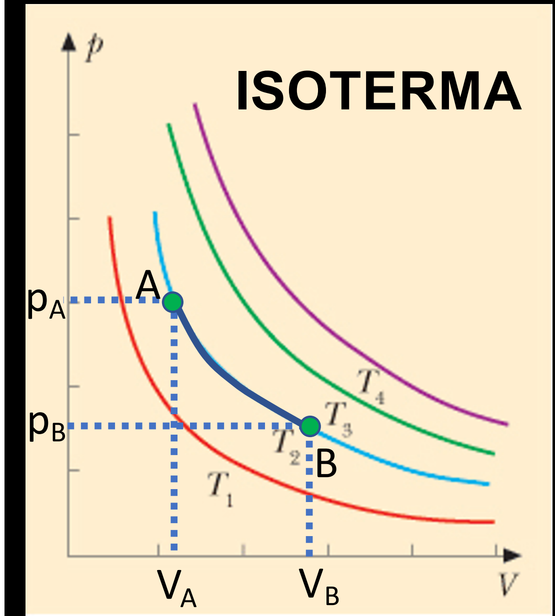
$dQ = dL + dU$ 1° principio della termodinamica

$p V = n R T$ equazione di stato dei gas perfetti

$dU = n\, c_v\, dT$ energia interna di un gas perfetto

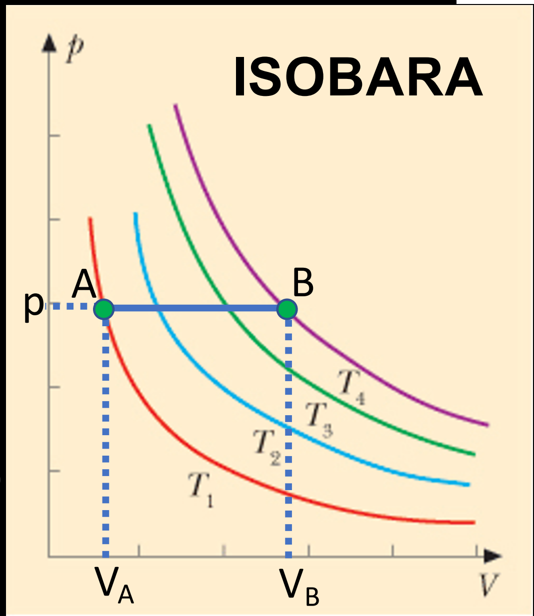
$c_p = c_v + R$

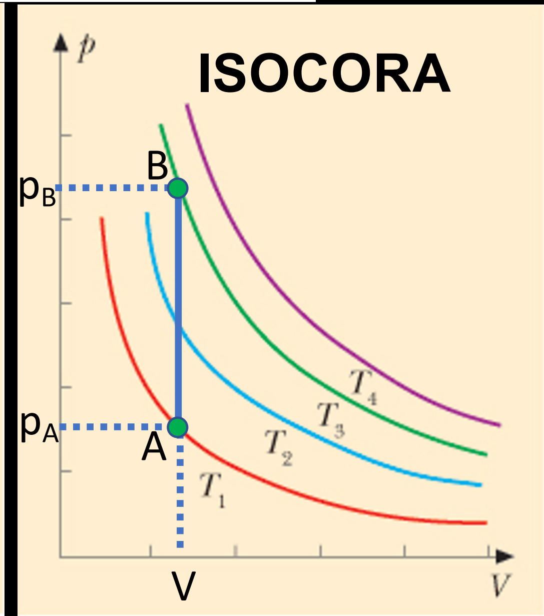
$$R = 8{,}3145 \, \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}}$$

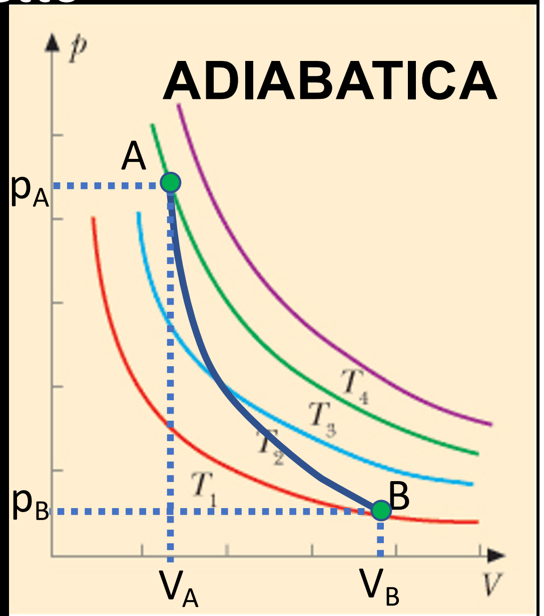


$dL = p\, dV = n RT\, dV/V$

$\rightarrow L_{A\rightarrow B} = n RT \ln (V_B/V_A)$







$p V^{\gamma}$ = costante

monoatomici $\gamma = 5/3$

biatomici $\gamma = 7/5$

poliatomici $\gamma = 4/3$

TERMODINAMICA

ESERCIZIO

Calcolare il rendimento di una macchina termica operante con un ciclo di Carnot mediante un gas perfetto monoatomico che durante la compressione adiabatica dimezza il suo volume (disegnare la trasformazione e porre agli estremi dell'adiabatica $V_2 = 2\ V_1$)

$V_D = 2\ V_A$

$pV^\gamma = cost$

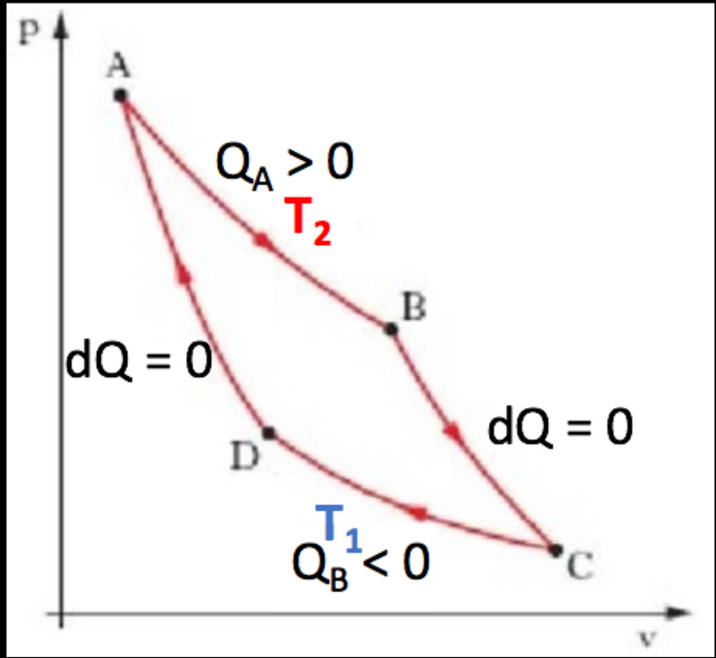
$pV = nRT \rightarrow p = nRT/V$

$pV^\gamma = nRTV^{\gamma-1} = cost \rightarrow TV^{\gamma-1} = cost$

$T_D V_D^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1}$

$T_D/T_A = (V_A/V_D)^{\gamma-1} = (1/2)^{5/3-1} = 0{,}63$

$\eta = 1 - T_D/T_A = 37\ \%$

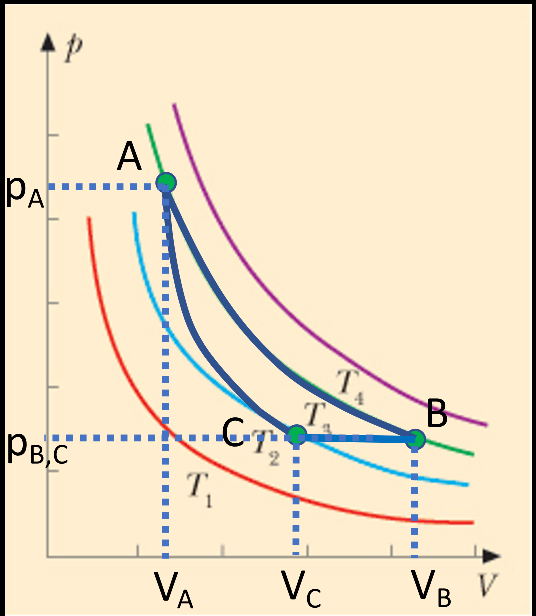


TERMODINAMICA ESERCIZIO

Una macchina termica utilizza una mole di gas perfetto biatomico e compie il ciclo A->B->C->A dove la trasformazione A->B è isoterma, la trasformazione B->C è isobara e la trasformazione C->A è adiabatica. Sapendo che $p_A = 200$ kPa, $p_B = 100$ kPa e $V_A = 20 \times 10^{-3}$ m^3 ricavare, dopo aver disegnato la trasformazione:

a) i valori di pressione, volume e temperatura in A, B, C

b) il rendimento della macchina termica.



A:(200 kPa; 20×10^{-3} m^3; 481,3 K)

B:(100 kPa; 40×10^{-3} m^3; 481,3 K)

C:(100 kPa; $32{,}8 \times 10^{-3}$ m^3; 394,7 K)

$pV = nRT \rightarrow T = pV/R$

$pV = \text{cost}$

$pV = nRT \rightarrow V = RT/p$

$pV^\gamma = \text{cost}$

$p_A V_A^\gamma = p_C V_C^\gamma$

$200 \times 20^{1,4} = 100 \times V_C^{1,4}$

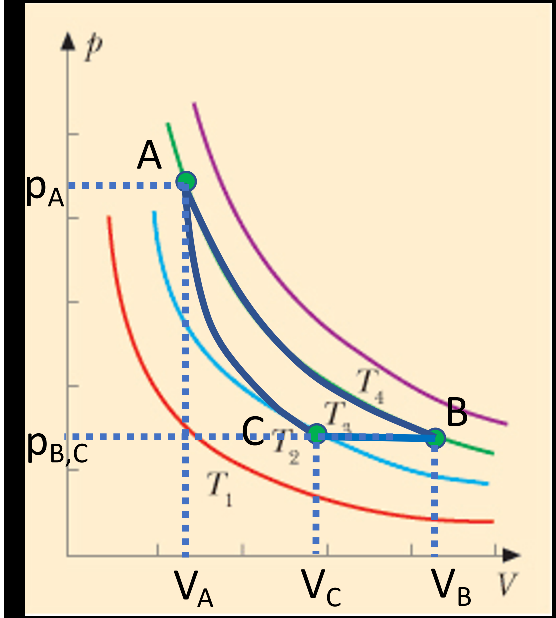
$pV = nRT \rightarrow T = pV/R$

TERMODINAMICA

Una macchina termica utilizza una mole di gas perfetto biatomico e compie il ciclo A->B->C->A dove la trasformazione A->B è isoterma, la trasformazione B->C è isobara e la trasformazione C->A è adiabatica. Sapendo che p_A = 200 kPa, p_B = 100 kPa e $V_A = 20 \times 10^{-3}$ m^3 ricavare, dopo aver disegnato la trasformazione:

a) i valori di pressione, volume e temperatura in A, B, C

b) il rendimento della macchina termica.



A:(200 kPa; 20×10^{-3} m^3; 481,3 K)

B:(100 kPa; 40×10^{-3} m^3; 481,3 K)

C:(100 kPa; $32{,}8 \times 10^{-3}$ m^3; 394,7 K)

$\eta = L/Q_A = (L_{A\to B}+L_{B\to C}+L_{C\to A})/Q_{ASS} = 9{,}1\ \%$

$L_{A\to B} = n\,RT \ln (V_B/V_A) = R\ 481{,}3 \ln(40/20)$

$L_{B\to C} = p\,(V_C-V_B) = 100\ k\ (32{,}8-40) \times 10^{-3}$

$L_{C\to A} = -\,n\,c_v\,(T_A-T_C) = -\,5/2\ R\ (481{,}3 - 394{,}7)$

$\eta_{Carnot} = 1-\ 394{,}7/481{,}3 = 18\%$

$Q_{ASS} = L_{A\to B} = n\,RT \ln (V_B/V_A) = R\ 481{,}3 \ln(40/20)$

TERMODINAMICA

ESERCIZIO

In contenitore adiabatico, una massa m_{gh} = 2 g di ghiaccio a temperatura t_{gh} = -10°C viene mescolata con una massa m_{H2O} di acqua a t_{H2O} = 20°C. Raggiunto l'equilibrio termico si ha solo liquido a t_f = 5°C. Determinare m_{H2O}.

$$c_{gh}m_{gh}\,(0°C - t_{gh}) + \lambda_f\, m_{gh} + c_{H2O}m_{gh}\,(t_f - 0°C) = c_{H2O}m_{H2O}\,(t_{H2O} - t_f)$$

il ghiaccio si scalda

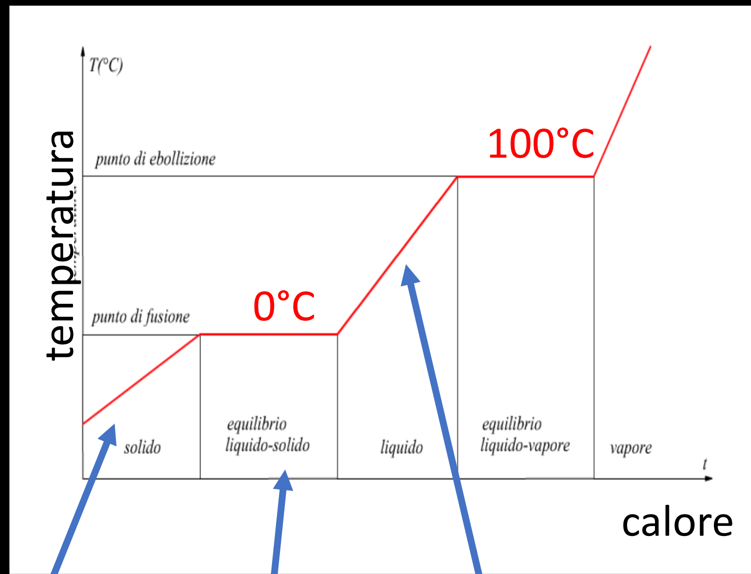
il ghiaccio fonde

l'acqua di fusione si scalda

l'acqua calda si raffredda

$$m_{H2O} = [c_{gh}m_{gh}\,(0°C - t_{gh}) + \lambda_f\, m_{gh} + c_{H2O}m_{gh}\,(t_f - 0°C)]/[c_{H2O}\,(t_{H2O} - t_f)]$$

$$= [2x2\,(0+10) + 333x2 + 4{,}186x2\,(5-0)]/[4{,}186\,(20-5)] = 11{,}9\text{ g}$$



$c_S = Q/(m\Delta T)$
calore specifico
ghiaccio
2 kJ/kgK

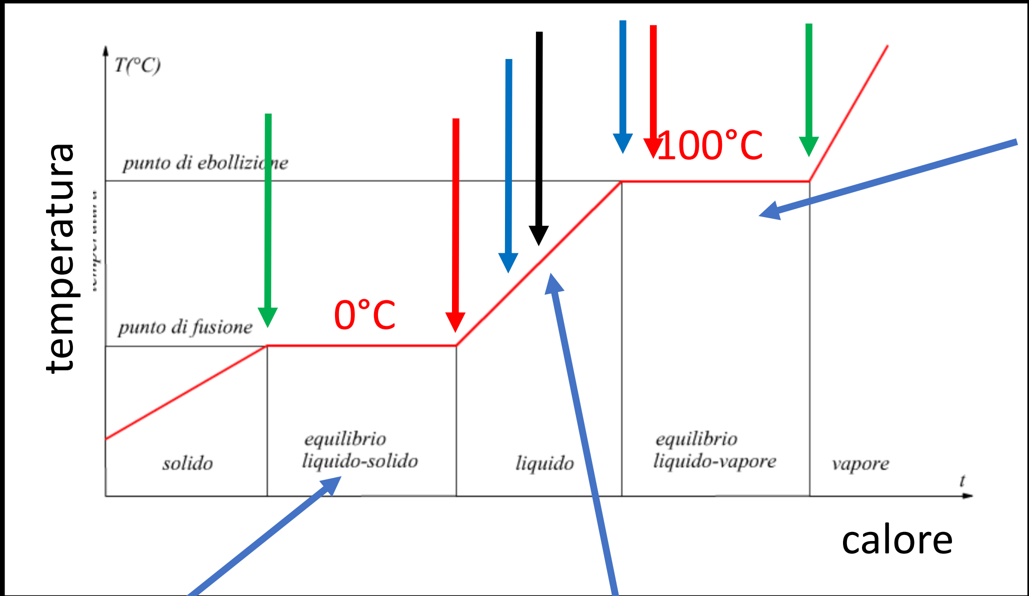
$Q_f = \lambda_f\, m$
λ_f = calore latente di fusione
333 kJ/kg

$c_L = Q/(m\Delta T)$
calore specifico
acqua liquida
4,186 kJ/kgK

TERMODINAMICA

ESERCIZIO

In un contenitore adiabatico vengono introdotti una massa m_{gh} = 50 g di ghiaccio a 0°C e m_{vap} = 10 g di vapore acqueo a 100°C. Calcolare la temperatura t_f all'equilibrio termico.



$Q_v = \lambda_v m$

λ_v = calore latente di vaporizzazione

2272 kJ/kg → 22,72 kJ

22,72 kJ - 16,65 kJ = 6,07 kJ

$Q_f = \lambda_f m$

λ_f = calore latente di fusione

333 kJ/kg → 16,65 kJ

$c_L = Q/(m\Delta T)$

calore specifico acqua liquida

4,186 kJ/kgK → C_{50} = 4,186 kJ/kgK x 50 g = 209,3 J/K

→ $Q/C=\Delta T$: 6,07 kJ/(209,3 J/K) = 29°C

50 g @ 29°C e 10 g @ 100°C (C_{10} = 41,86 J/K)

$C_{50}\,(T_f - 29°C) = C_{10}\,(100°C - T_f)$

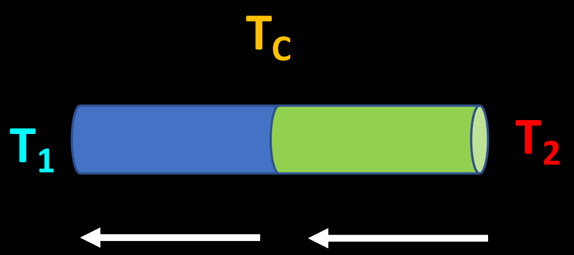
$T_f = (C_{50}\,29°C + C_{10}\,100°C)/(C_{50}+C_{10})$ ➔ t_f = 40,8°C

TERMODINAMICA ESERCIZIO

Un’asta di sezione S, lunghezza L e conducibilità termica k_1 è collegata da un lato a una sorgente termica a temperatura T_1 e dall’altra a una seconda asta geometricamente identica ma con conducibilità termica k_2. L’altra estremità della seconda asta è collegata ad una seconda sorgente a temperatura $T_2 > T_1$.

Determinare la temperatura T_C di equilibrio nel punto di contatto delle due aste.

[la quantità di calore dQ/dt che nell'unità di tempo (potenza termica) attraversa le due sbarre è la stessa]



$dQ/dt = k_1(T_c - T_1)S/L \qquad dQ/dt = k_2(T_2 - T_c)S/L$

$$k_1(T_c - T_1)S/L = k_2(T_2 - T_c)S/L$$

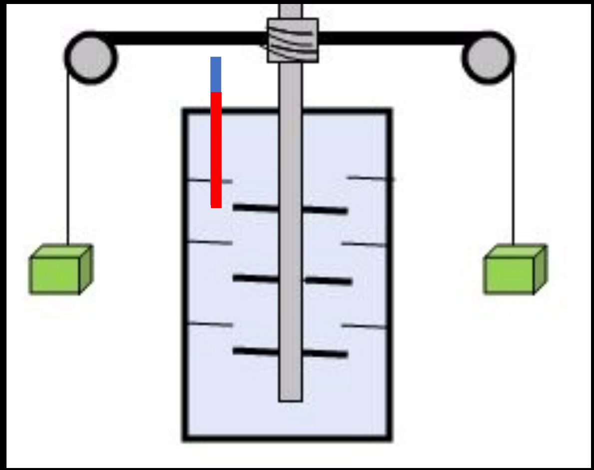
$$k_1T_c - k_1T_1 = k_2\,T_2 - k_2T_c$$

$$\rightarrow T_C = (k_1T_1 + k_2T_2)/(k_1 + k_2)$$

TERMODINAMICA

ESERCIZIO

Con un apparato simile a quello utilizzato da Joule si vuole determinare l'innalzamento di temperatura di una massa m_{H2O} = 100 g d'acqua chiusa in un calorimetro in cui un mulinello trasforma in calore l'energia totalmente dissipata per attrito viscoso da due masse m = 2 kg che scendono, partendo da ferme, per h = 2 m.



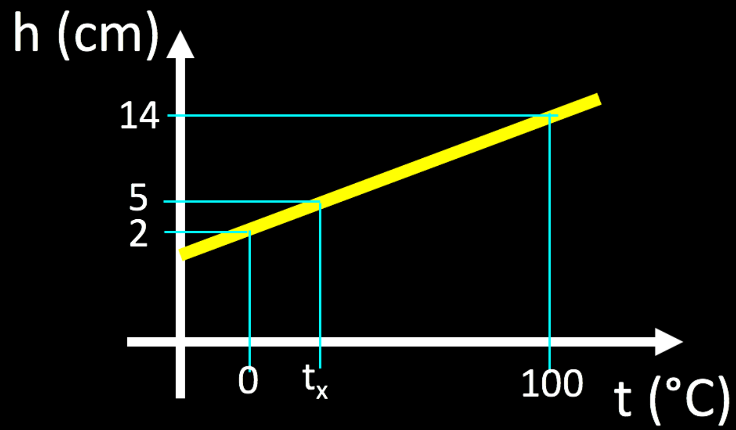
$$2\, m\, g\, h = c\, m_{H2O}\ \Delta T \rightarrow \Delta T = 0{,}19°C$$

TERMODINAMICA

ESERCIZIO

La colonna di liquido di un termometro ha un'altezza h_1 = 2 cm quando il bulbo è alla temperatura del ghiaccio fondente e h_2 = 14 cm quando è in equilibrio con acqua all'ebollizione.
A quale temperatura t_x l'altezza è h_x = 5 cm?

Il coefficiente di dilatazione del liquido (volumica) è $\gamma = 4 \times 10^{-4}$/K e il bulbo termometrico ha un volume V = 0,6 cm^3. Determinare la sezione s del capillare.

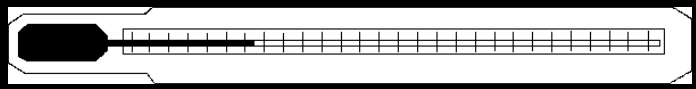


$$(h_2-h_1)/(100°C-0°C) = (h_x-h_1)/(t_x - 0°C)$$

$$t_x = (h_x-h_1) \times (100°C-0°C)/(h_2-h_1) + 0°C$$

$$= (5-2) \times (100-0)/(14-2) + 0 = 25°C$$

$$\frac{\Delta V}{V_o} = \gamma\, \Delta T \qquad (h_2-h_1)\, s/V = \gamma\, 100°C \rightarrow s = 0{,}2\ mm^2$$



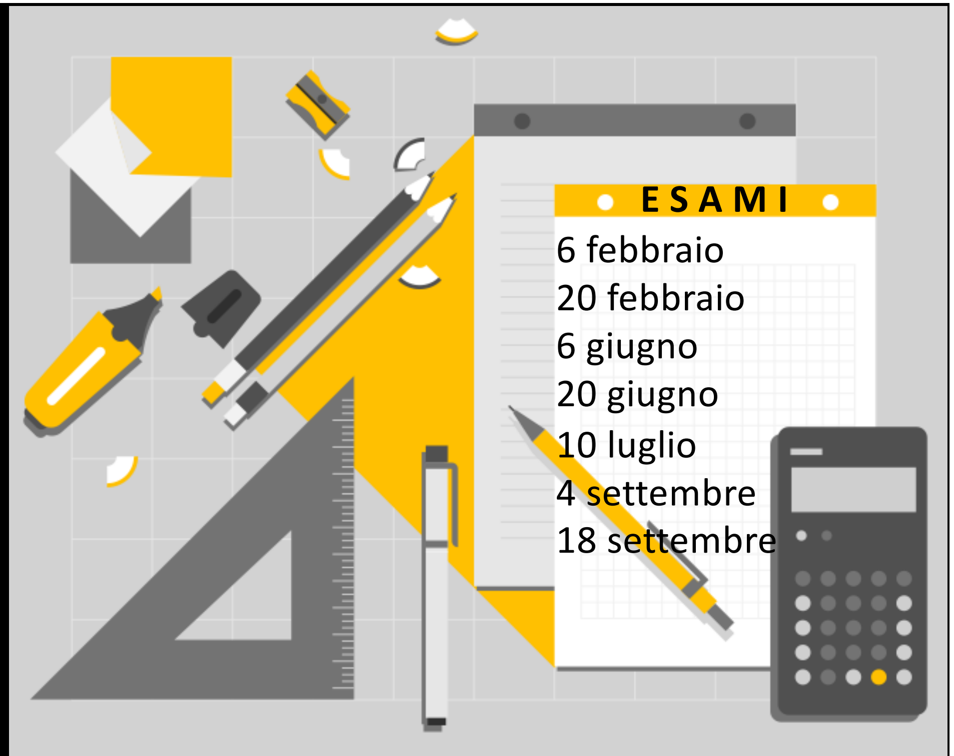
ESERCITAZIONE (facoltativa) venerdì 27 ore 9-11

scrivere a adalberto.sciubba@uniroma1.it entro venerdì 20 per prenotazione e per segnalare eventuali argomenti da trattare

Aula di Ingegneria (area di via Scarpa)

Fondamenti di fisica generale

IL CORSO E' TERMINATO,
ORA INIZIA/CONTINUA
LO **STUDIO** …



RICEVIMENTO IN PRESENZA/ DISTANZA:
scrivere a **adalberto.sciubba@uniroma1.it**

https://www.sbai.uniroma1.it/sciubba-adalberto/fondamenti-di-fisica-generale/2022-2023