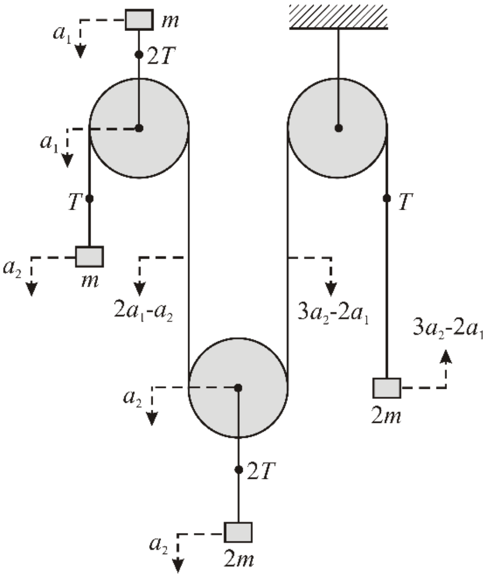
ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2022/2023. ГОДИНЕ.

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА α КАТЕГОРИЈЕ

II РАЗРЕД

ОКРУЖНИ НИВО
18.03.2023.

P1. Уведимо ознаке као на слици P1: T је сила затезања дугачке нити која пролази преко котурова, a_1 је убрзање горњег слободног котура и највишег тега причвршћеног за њега (масе m), a_2 је убрзање нижег слободног котура и тега $2m$ причвршћеног за њега (пар тегова масе m приказали смо као један тег масе $2m$). Једначина кретања крајње левог тега масе m је $ma = mg - T$ (*)**(2п)**, а најнижег тега масе $2m$ је $2ma_2 = 2mg - 2T$ (**)**(2п)**. Из последње две једначине јасно је да је $a = a_2$**(2п)**,тј. убрзање крајње левог тега m је једнако убрзању најнижег тега $2m$ и износи a_2. Изаберимо две произвољне тачке А и Б као на слици P1. Ако је нит нерастегљива, онда убрзање тачке А износи $(2a_1 - a_2)$ **(3п)**, а убрзање тачке Б износи $(3a_2 - 2a_1)$**(3п)**. Такође је убрзање крајње десног тега $2m$ једнако убрзању тачке Б**(2п)**, па је његова једначина кретања дата у облику $2m(3a_2 - 2a_1) = T - 2mg$ (***)**(2п)**. Решавајући систем од три једначине ((*), (**) и (***)) са три непознате, добија се да су: $a_1 = (23/15)g = 15,0\ \mathrm{m/s^2}$**(3п)**, $a_2 = (11/15)g = 7,19\ \mathrm{m/s^2}$**(3п)**, и $T = (4/15)mg = 2,62\ \mathrm{N}$**(3п)**.



Слика P1.

P2. Производ масе m_0 једног молекула и њихове концентрације n (броја молекула у јединици запремине) у суду једнак је укупној маси молекула у суду, па је густина гаса једнака $\rho = m_0 \cdot n$ **(2п)**.Сада се може написати да је $p = (2/3)\langle E_\kappa \rangle n = (2/3)\left(m_0 \langle v^2 \rangle /2\right) n = (1/3)\rho \langle v^2 \rangle$ **(3п)**,а одатле $v_{eff} = \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{3p/\rho}$, тј. $v_{eff\,1} = \sqrt{3p_1/\rho}$ **(3п)**и $v_{eff\,2} = \sqrt{3p_2/\rho}$ **(3п)**.Тражено повећање средње квадратне брзине Δv_{eff} једнако је $\Delta v_{eff} = v_{eff\,2} - v_{eff\,1} = \sqrt{3/\rho} \cdot \left(\sqrt{p_2} - \sqrt{p_1}\right) \approx 90\ \dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ **(4п)**.

P3. Унутрашња енергија гаса се повећа за $\Delta U = (3/2)\nu R \Delta T = (3/2)(pV/T)\Delta T = 21,5\ \mathrm{J}$ **(4п)**, па је рад спољашњих сила A извршен над гасом једнак $A = \Delta U + Q = 41,5\ \mathrm{J}$ **(4п)**.Из услова задатка је промена притиска јако мала $(\Delta p << p)$ па приликом израчунавања рада спољашњих сила A притисак можемо сматрати константним. Тако је $A = -p\Delta V$ **(2п)**, па је $\Delta V = -A/p = -0,83\ \mathrm{l}$ **(2п)**. Другим речима, запремина балона се смањила.На основу једначине стања идеалног гаса $pV = \nu RT$ може се написати да је $\Delta p/p + \Delta V/V = \Delta T/T$ (ν и R су константе)**(4п)**,па је $\Delta p = p \cdot (\Delta T/T - \Delta V/V) = 560\ \mathrm{Pa}$ **(4п)**.

P4. За изобарске процесе важи да је $V/T = const$ па је $T_1/V_1 = T_2/V_2$ **(3п)** и $T_3/V_3 = T_4/V_4$ **(3п)**.Из ове две једначине, узуслове задатка $T_1 = T_4$ **(1п)**, $T_2 = T_3$ **(1п)** и $V_2 = V_4$ **(1п)**, следи да је $T_3/T_1 = V_2/V_1$ **(1п)**и $T_3/T_1 = V_3/V_2$ **(1п)**.Множењем последње две једначине добија се да је $(T_3/T_1)^2 = (V_2/V_1)\cdot(V_3/V_2) = V_3/V_1$ **(3п)**, па је $T_3/T_1 = \sqrt{V_3/V_1} = \sqrt{4} = 2$ **(1п)**.

P5. Бернулијева једначина, за ваздух непосредно изнад и испод крила, гласи: $p_1 + \rho v_1^2/2 = p_2 + \rho v_2^2/2$ **(5п)**, јер је, по услову задатка, дебљина крила занемарљива $(h_1 = h_2)$. Из последње једначине се добија да је разлика притисака Δp једнака: $\Delta p = p_2 - p_1 = \rho\left(v_1^2 - v_2^2\right)/2 = 9085\ \mathrm{N/m^2}$ **(5п)**. Укупна сила потиска F_t која делује на авион износи $F_t = \Delta p \cdot 2S = 908500\ \mathrm{N}$ **(4п)**. Тежина Q авиона износи $Q = mg = 49000\ \mathrm{N}$ **(3п)**.а) Пошто је $F_t > Q$ **(3п)** наведене брзине су довољне да авион настави да лети на истој висини **(1п)**. б) Пошто је $F_{t1} = \Delta p_1 \cdot 2S = \Delta p \cdot S/2 = 227125\ \mathrm{N} > Q$ **(3п)** авион, при истим брзинама v_1 и v_2, може да лети и у вишим слојевима атмосфере **(1п)** где је густина $\rho_1 = \rho/4$.