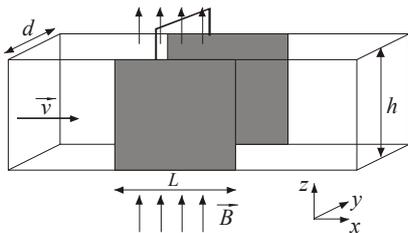
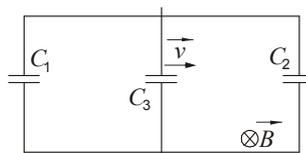




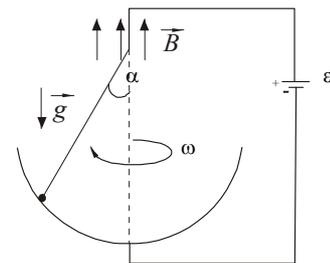
- Грејна плоча решоа садржи три паралелно везана отпорника једнаких отпорности $R = 120\Omega$. Отпорници су помоћу жица укупног отпора $r = 1.5\Omega$ повезани на извор наизменичне струје ефективног напона $U = 220V$. Нађите однос времена потребних за загревање исте количине воде за исту температурну разлику у случају када раде сва три отпорника и у случају када је један од отпорника прегорео. (М.Ф.96) (15 поена)
- Магнето-хидродинамички генератор је уређај за производњу електричне струје кретањем проводног флуида кроз магнетно поље. На слици 1 је приказана правоугаона пластична комора ширине d и висине h кроз коју протиче жива (комора је увек испуњена) електричне проводљивости σ . Турбина ствара разлику притисака на улазу и излазу из коморе Δp који изазива кретање живе константном брзином v . На делу коморе су њене насрамне облоге прекривене бакарним плочама дужине L и висине h , као на слици. Плоче су кратко спојене. Протицање живе кроз комору посматрати као стационарно протицање невискозног и нестишљивог флуида. Хомогено вертикално магнетно поље делује само између бакарних плоча. а) Одредити напон између бакарних плоча V_H . б) Одредити интензитет и смер Амперове силе која делује на живу. в) Одредити брзину флуида након успостављања стационарног стања. г) Одредити снагу турбине у стационарном стању. (20 поена)
- Између две паралелне шине прикључени су кондензатори C_1 и C_2 као на слици 2. Проводна шипка дужине L са кондензатором C_3 клизи по шинама константном брзином v . Систем се налази у хомогеном магнетном пољу индукције B нормалном на раван која садржи контуру. Наћи количину наелектрисања на облогама кондензатора C_3 . (20 поена)
- На средини хоризонталног цилиндричног бакарног суда танких зидова налази се масиван клип од материјала који не проводи топлоту. С једне стране клипа се налази разређени кисеоник а са друге хелијум. Ако се клип мало помери из равнотежног положаја и пусти, он ће осциловати. Колико пута се промени период малих осцилација ако суд топлотно изолујемо од околине? Узети да је за веома мале промене притиска у адијабатском процесу приближно константан притисак па да је рад гаса $A \approx p\Delta V$. Суд је учвршћен и не може да се помера. (23 поена)
- На крај лаког проводног штапа је причвршћена метална куглица која додирује глатку проводну сферну површину полупречника $R = 0.8m$. Други крај штапа виси у CENTRU сфере тако да штап може да ротира око вертикалне осе задржавајући електрични контакт са сфером. Систем се налази у хомогеном вертикалном магнетном пољу индукције $B = 0.5T$ и прикључен на извор као на слици 3. Ако штап ротира око вертикалне осе у смеру као на слици угаоном фреквенцијом $\omega = 5rad/s$ и под неким углом α у односу на вертикалу тада се тај угао и фреквенција неће мењати. Одредити угао α и ЕМС извора. Шта ће се десити ако се штап заротира у супротном смеру? ($g = 10m/s^2$) (22 поена)



Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.

Задатке припремила: Доц. др Андријана Жекић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.



III РАЗРЕД

Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

ОКРУЖНИ НИВО
12.03.2011.

1. Еквивалентни отпор три паралелно везана отпорника отпорности R једнак је $R_e = R/3$ (1п). Ефективна јачина струје у колу је $I = U/(R_e + r)$ (1п), док је јачина струје I' која тече кроз сваки од отпорника дата са $I'R = IR_e$ (1п). односно $I' = I/3 = U/(R+3r)$ (1п). Укупна снага која се ослобађа на сва три отпорника је $P_3 = 3I'^2 R = 3U^2 R/(R+3r)^2$ (3п). Слично, када један отпорник прегори, ослобођена снага је $P_2 = 2U^2 R/(R+2r)^2$ (4п). Време потребно за загревање воде при сталним условима је обрнуто пропорционално снази грејача, па је тражени однос времена $t_3/t_2 = 2(R+3r)^2/3(R+2r)^2 = 0.68$ (4п).

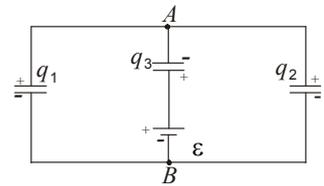
2. а) Посматрајући живу као штап дужине d који пресеца магнетно поље индукције B брзином v следи да је $V_H = Bdv$ (2п). Пошто је $I = V_H/R$ (1п), а $R = \rho d/S = \rho d/Lh$ (1п) следи да је $I = BdvLh/\rho d = BLh\sigma v$ (2п).

б) $F_A = Bid = B(BLh\sigma v)d = B^2 Lh\sigma dv$ (3п). Сила делује у смеру супротном од смера x -осе (1п).

в) $ma = \Delta p S - B^2 Lh\sigma dv = \Delta p h d - B^2 Lh\sigma dv$ (3п). По успостављању стационарног стања $a = 0$,

$v = const = \Delta p / B^2 L\sigma$ (3п). г) $P = Fv = \Delta p S v = (\Delta p)^2 h / B^2 \sigma$ (4п)

3. У проводној шипки која се креће индуковаће се ЕМС која је по Фарадејевом закону $\varepsilon = BLv$ (2п), док је смер струје одређен Ленцовим правилом. На облогама кондензатора ће доћи до прерасподеле наелектрисања (еквивалентна шема на слици) (4п). Кондензатори C_1 и C_2 су наелектрисани до истога напона $U_{AB} = q_1/C_1 = q_2/C_2 = \varepsilon - (q_3/C_3)$ (5п). По закону одржања наелектрисања је $q_1 + q_2 - q_3 = 0$ (4п). Решавањем система једначина добија се тражена количина



наелектрисања $q_3 = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{C_1+C_2} + \frac{1}{C_3}} = \frac{BLv}{\frac{1}{C_1+C_2} + \frac{1}{C_3}}$ (5п).

4. У првом случају температура гасова је константна и једнака температури околине. Нека је дужина суда $2l$ а мало померање клипа x тада за оба гаса важи $p_0 V_0 = (p_0 + \Delta p)(V_0 - \Delta V)$ (1п) или $p_0 S l = (p_0 + \Delta p) S (l - x)$ (1п). Ако се занемари $x \Delta p$ (производ малих величина) тада је $\Delta p = p_0 x / l$ (2п). Ако се с једне стране притисак повећа за Δp са

друге се за толико смањи па сила која враћа клип у равнотежни положај износи $F = -2\Delta p S = -2p_0 \frac{S}{l} x = -kx$ (2п) па

је $T_1 = 2\pi\sqrt{M/k_1} = 2\pi\sqrt{Ml/2p_0S}$ (2п). Ако је суд топлотно изолован при осциловању се мења температура. Ако се запремина, $xS \ll lS$, хелијума смањи веома мало и притисак се повећа веома мало за Δp_1 . $A + \Delta U = 0$ (1п),

$-p_0 S x + \frac{3}{2} n R \Delta T = 0$ (2п). Пошто је $pV = nRT$ тј. $nR\Delta T = p\Delta V + V\Delta p_1 = -p_0 S x + S l \Delta p_1$ (2п), следи да је

$-p_0 S x + \frac{3}{2} (-p_0 S x + S l \Delta p_1) = 0$ (1п) тј. $\Delta p_1 = \frac{5}{3} p_0 \frac{x}{l}$ (2п). За двоатомски кисеоник се добија $\Delta p_2 = -\frac{7}{5} p_0 \frac{x}{l}$ (2п). Клип у

равнотежни положај враћа сила $F = -\frac{46}{15} p_0 \frac{S}{l} x$ (2п) па осцилује са периодом $T_2 = 2\pi\sqrt{M/k_2} = 2\pi\sqrt{15Ml/46p_0S}$ (2п).

Тражени однос је $T_2/T_1 = \sqrt{15/23} \approx 0.65$ (1п).

5. Ако је штап мало померен из вертикале на њега ће деловати Амперова сила која због смера струје из извора изазива ротацију у смеру као на слици 3. Због пресецања линија магнетног поља у штапу се индукује ЕМС: $\varepsilon_{ind} = Blv = Bv_{sr} R \sin \alpha = (B\omega R^2 \sin^2 \alpha)/2$ или $\varepsilon_{ind} = \Delta\Phi/\Delta t = BS/T = B(R^2 \sin^2 \alpha)\pi\omega/2\pi = (B\omega R^2 \sin^2 \alpha)/2$ (5п).

Како расте фреквенција расте и индукована ЕМС док се не изједначи са ЕМС извора. Тада престаје тећи струја и деловање Амперове силе тако да штап наставља ротацију са константним ω под углом α (3п).

Ротацију штапа обезбеђује центрипетална сила $m\omega^2 R \sin \alpha$ (2п). Угао се налази из услова равнотеже штапа $T \sin \alpha = m\omega^2 R \sin \alpha$ (2п), $mg - T \cos \alpha = 0$ (2п), где је T резултантна сила која делује на куглицу (од реакције подлоге



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.



и деформације штапа), па је $\cos \alpha = g / \omega^2 R$, $\alpha = 60^\circ$ (3 п). Тада је $\varepsilon_{izvora} = \varepsilon_{ind} = \frac{B \omega R^2 \sin^2 \alpha}{2} = 0.6V$ (3п).

Ако се штап заротира у супротном смеру Амперова сила ће га вратити у вертикални положај. (2п)

Индукована ЕМС има исти смер као ЕМС извора, струја се појачава па и Амперова сила која зауставља штап.

Начин бодовања задатка

5. Ако је штап мало померен из вертикале на њега ће деловати Амперова сила која због смера струје из извора изазива ротацију у смеру као на слици 3. Због пресецања линија магнетног поља у штапу се индукује ЕМС:

$$\varepsilon_{ind} = Blv = Bv_{sr} R \sin \alpha = (B \omega R^2 \sin^2 \alpha) / 2 \text{ или } \varepsilon_{ind} = \Delta \Phi / \Delta t = BS / T = B(R^2 \sin^2 \alpha) \pi \omega / 2\pi = (B \omega R^2 \sin^2 \alpha) / 2$$

(5 поена и за погрешан геометријски фактор).

Како расте фреквенција расте и индукована ЕМС док се не изједначи са ЕМС извора. Тада престаје тећи струја и деловање Амперове силе тако да штап наставља ротацију са константним ω под углом α (3п).

Ротацију штапа обезбеђује центрипетална сила $m \omega^2 R \sin \alpha$ (2 поена и за погрешан геометријски фактор). Угао се

налази из услова равнотеже штапа $T \sin \alpha = m \omega^2 R \sin \alpha$ (2 поена и за погрешан геометријски фактор),

$mg - T \cos \alpha = 0$ (2 поена и за погрешан геометријски фактор), где је T резултантна сила која делује на куглицу (од реакције подлоге и деформације штапа), па је $\cos \alpha = g / \omega^2 R$, $\alpha = 60^\circ$ (3 поена и за погрешан геометријски фактор).

Тада је $\varepsilon_{izvora} = \varepsilon_{ind} = \frac{B \omega R^2 \sin^2 \alpha}{2} = 0.6V$ (3 поена и за погрешан геометријски фактор).

Ако се штап заротира у супротном смеру Амперова сила ће га вратити у вертикални положај. (2п)

Индукована ЕМС има исти смер као ЕМС извора, струја се појачава па и Амперова сила која зауставља штап.