



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТ ТРЕЋЕ РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

РЕШЕЊА

ИЗ

ОСНОВА ЕЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ПРВОГ РАЗРЕДА

Број задатка

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Укупно
Број бодова												
8	6 -2	11	11	9	11	11	7	8	5 -2	6	7	100 -4

јун 2017.



УПУТСТВО (ОБАВЕЗНО ПРОЧИТАТИ!)

Питања и задаци су припремљени у складу са наставним програмима предмета Основе електротехнике.

Провера знања траје 120 минута. При раду такмичари могу да користе само прибор за писање и лични калкулатор.

Одговор на питање, односно решење постављеног задатка треба писати читко, обавезно на месту које је за то предвиђено. У случају да је расположиви простор за решавање задатка недовољан, може да се користи последња, празна страница. Притом је неопходно назначити број питања, односно задатка на које се наставак решавања односи. На дну простора предвиђеног за решавање одређеног задатка назначити да постоји наставак на крају рада.

Учесници такмичења самостално дају одговоре на питања и решавају постављене задатке. За време рада мора да влада тишина. Такмичар који не поштује ова правила биће дисквалификован и удаљен са такмичења.

За свако питање и задатак дат је број бодова на насловној страни. На питања са предложеним одговором за погрешан одговор добијају се негативни бодови. Највећи могући укупан број бодова је 100.

САВЕТИ

Свако питање и задатак треба пажљиво прочитати да бисте разумели шта се захтева.

Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови “на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

Није мудро да се дуго задржавате на питањима и задацима код којих, у датом тренутку, не можете са сигурношћу да одредите тачан одговор, односно да сагледате решење постављеног задатка. Усредсредите се на питања и задатке који следе. Након тога, преостало време посветите решавању задатака које сте “прескочили”.

Срећно!



1. Отпорник легуре никла и хрома има температурни сачинитељ $\alpha_1 = 11 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ и електричну отпорност $R_1(\theta_1) = 1.2 \text{ k}\Omega$ на температури $\theta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Са њим на ред је везан угљени отпорник, чији је температурни сачинитељ $\alpha_2 = -0.2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$. Под претпоставком да се оба отпорника загреју до исте температуре, одредити колика треба да буде електрична отпорност угљеног отпорника на температури θ_1 , тако да отпорност редне везе ових отпорника практично не зависи од температуре?

На температури θ_2 , отпорности ових отпорника су:

$$R_1(\theta_2) = R_1(\theta_1)(1 + \alpha_1(\theta_2 - \theta_1)) \quad \text{и} \quad R_2(\theta_2) = R_2(\theta_1)(1 + \alpha_2(\theta_2 - \theta_1)), \quad 2 \text{ бода}$$

а отпорност њихове редне везе је:

$$R = R_1(\theta_2) + R_2(\theta_2) = R_1(\theta_1) + R_2(\theta_1) + (\theta_2 - \theta_1)(\alpha_1 R_1(\theta_1) + \alpha_2 R_2(\theta_1)). \quad 2 \text{ бода}$$

Отпорност R неће зависити од температуре, ако је:

$$\alpha_1 R_1(\theta_1) + \alpha_2 R_2(\theta_1) = 0. \quad 3 \text{ бода}$$

Угљени отпорник треба да има отпорност:

$$R_2(\theta_1) = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} R_1(\theta_1) = 660 \text{ }\Omega. \quad 1 \text{ бод}$$



2. У посуду, у којој се налази раван ваздушни кондензатор прикључен на сталан напон U , налива се уље диелектричне константе ϵ , као што је приказано на слици. Са порастом нивоа уља, поље у ваздушном делу кондензатора

а) опада

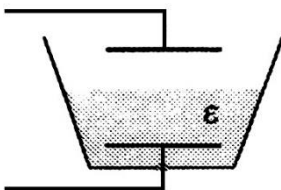
б) остаје непромењено

в) расте б/-2

г) може и да расте и да опада, што зависи од диелектричне константе уља

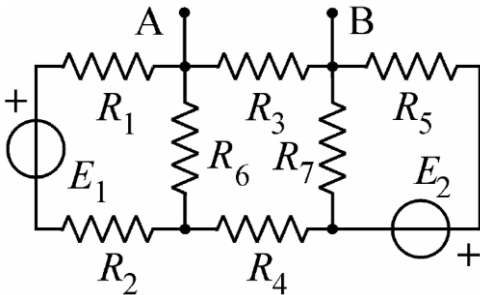
д) може и да расте и да опада, што зависи од димензија кондензатора

Одговор образложити.





3. У колу сталне струје извршена су два мерења између чворова A и B . Прво је прикључен амперметар унутрашње отпорности $R_A = 60 \Omega$ који је показао интензитет струје $I_{AB} = 2 \text{ mA}$, а затим је између истих чворова прикључен волтметар унутрашње отпорности $R_V = 30 \text{ k}\Omega$ који је показао $U_{AB} = 791 \text{ mV}$. Одредити колика би била показивања да су уместо реалних употребљени идеални мерни инструменти.



Коло се према тачкама A и B може представити Тевененовим генератором, електромоторне силе E_T и отпорности R_T .

Показивања реалог амперметра је тада $I_{AB} = \frac{E_T}{R_A + R_T}$, 2 бода

док је показивање реалног волтметра $U_{AB} = \frac{R_V}{R_V + R_T} E_T$. 2 бода

Решавањем овог система добија се: $E_T \approx 0.8 \text{ V}$ и $R_T \approx 340 \Omega$. 1.5 бодова + 1.5 бодова

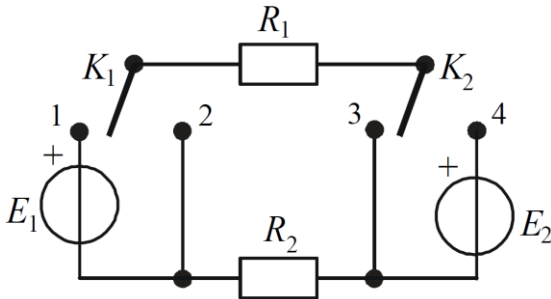
Да су уместо реалних употребљени идеални мерни инструменти, показивања би била:

$I'_{AB} = \frac{E_T}{R_T} = 2.35 \text{ mA}$ и $U'_{AB} = E_T = 800 \text{ mV}$. 2 бода + 2 бода





4. У колу сталне струје приказаном на слици, када је преклопник K_1 у положају 1, а преклопник K_2 у положају 3, укупна снага Џулових губитака у колу је $P_1 = 4 \text{ W}$. Када је преклопник K_1 у положају 2, а преклопник K_2 у положају 4, укупна снага Џулових губитака у колу је $P_2 = 9 \text{ W}$. Израчунати колика је укупна снага Џулових губитака у колу када је преклопник K_1 у положају 1, а преклопник K_2 у положају 4.



$$P_1 = R_1 \left(\frac{E_1}{R_1 + R_2} \right)^2 + R_2 \left(\frac{E_1}{R_1 + R_2} \right)^2 = \frac{E_1^2}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

$$P_2 = R_1 \left(\frac{E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 + R_2 \left(\frac{E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 = \frac{E_2^2}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

$$P = R_1 \left(\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 + R_2 \left(\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 = \frac{(E_1 - E_2)^2}{R_1 + R_2} = \frac{E_1^2}{R_1 + R_2} - 2 \frac{E_1 E_2}{R_1 + R_2} + \frac{E_2^2}{R_1 + R_2} \quad 2 \text{ бода}$$

Како је

$$P_1 P_2 = \frac{E_1^2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{E_2^2}{R_1 + R_2} = \left(\frac{E_1 E_2}{R_1 + R_2} \right)^2 \quad 1 \text{ бод}$$

добија се

$$\frac{E_1 E_2}{R_1 + R_2} = \pm \sqrt{P_1 P_2} = \pm 6 \text{ W} \quad 2 \text{ бода}$$

Дакле,

$$P' = P_1 - 2\sqrt{P_1 P_2} + P_2 = 4 \text{ W} - 12 \text{ W} + 9 \text{ W} = 1 \text{ W} \quad 1 \text{ бод}$$

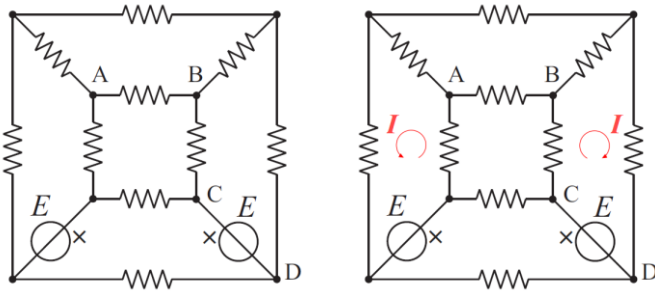
и

$$P'' = P_1 + 2\sqrt{P_1 P_2} + P_2 = 4 \text{ W} + 12 \text{ W} + 9 \text{ W} = 25 \text{ W}. \quad 1 \text{ бод}$$





5. У колу сталне струје приказаном на слици познато је $E = 12\text{ V}$. Отпорности свих отпорника у колу су коначне и међусобно су једнаке. Израчунати напоне U_{AB} , U_{AC} и U_{AD} .



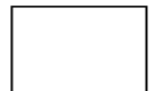
Због симетрије, струја неће тећи кроз четири хоризонталне гране. Као што је приказано на слици, постоје две контуре кроз које тече струја $I = \frac{E}{3R}$, где је R отпорност отпорника. 3 бода

Тражени напони су:

$$U_{AB} = 0\text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$

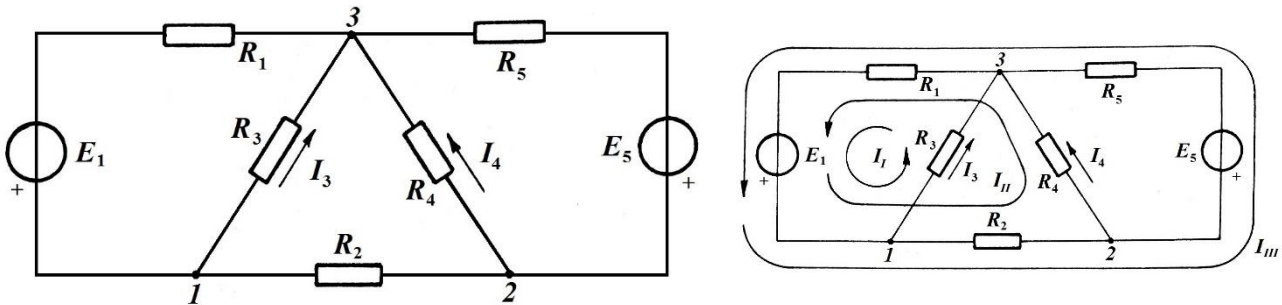
$$U_{AC} = -RI = -R \frac{E}{3R} = -\frac{E}{3} = -4\text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$

$$U_{AD} = E + U_{AC} = \frac{2}{3}E = 8\text{ V} \quad 2 \text{ бода}$$





6. У колу приказаном на слици познато је: $E_1 = 6\text{ V}$, $R_1 = 2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 500\ \Omega$, $R_4 = 1.5\text{ k}\Omega$, $R_5 = 750\ \Omega$, $I_3 = 3\text{ mA}$ и $I_4 = 15\text{ mA}$. Одредити отпорност R_3 и електромоторну силу E_5 .



Задатак се може решити помоћу једначина написаних по методи контурних струја. Погодно је изабрати контуре тако да гране са познатим струјама (грانا 1 – 3 и грانا 2 – 3) припадају само по једној контури. Тада познате струје одређују контурне струје тих контура. Такође је повољно грану са непознатом електромоторном силом E_5 обухватити само једном контуром. На тај начин се непозната електромоторна сила E_5 само једном појављује у систему једначина.

Контуре су изабране као на слици, при чему је: $I_I = I_3$ и $I_{II} = I_4$. 2 бода

Једначине по методи контурних струја су:

$$(1) (R_1 + R_3)I_I + R_1I_{II} + R_1I_{III} = E_1 \quad 2 \text{ бода}$$

$$(2) R_1I_I + (R_1 + R_2 + R_4)I_{II} + (R_1 + R_2)I_{III} = E_1 \quad 2 \text{ бода}$$

$$(3) R_1I_I + (R_1 + R_2)I_{II} + (R_1 + R_2 + R_5)I_{III} = E_1 - E_5 \quad 2 \text{ бода}$$

Из једначине (2) се добија $I_{III} = -24\text{ mA}$. 1 бод

Даље, из једначине (1) се добија непозната отпорност $R_3 = 6\text{ k}\Omega$. 1 бод

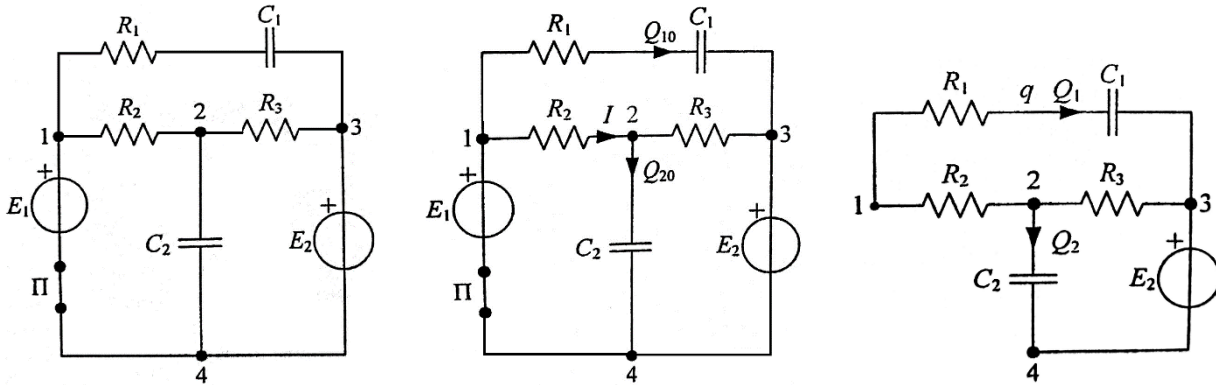
Коначно, из једначине (3) може се одредити непозната електромоторна сила $E_5 = 40.5\text{ V}$.

1 бод





7. За коло са слике познато је $R_1 = R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 300 \Omega$, $C_1 = 2.5 \mu F$, $C_2 = 2 \mu F$, $E_1 = 14 V$ и $E_2 = 18 V$. Прекидач П је затворен и успостављено је стационарно стање. Израчунати протоке кроз кондензаторе после отварања прекидача.



При затвореном прекидачу је $U'_{13} = E_1 - E_2 = -4 V$ и $U'_{24} = E_1 - R_2 \frac{E_1 - E_2}{R_2 + R_3} = 15 V$, па је $Q_{10} = C_1 U'_{13} = -10 \mu C$ и $Q_{20} = C_2 U'_{24} = 30 \mu C$. 2 бода + 2 бода + 0.5 бодова + 0.5 бодова

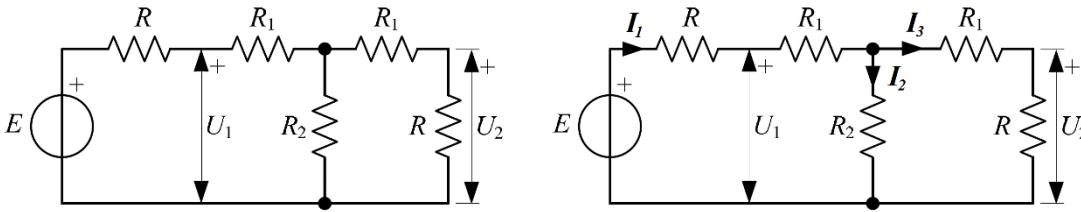
У стационарном стању при отвореном прекидачу нема струје ни у једном отпорнику, па је $U''_{13} = 0 V$ и $U''_{24} = E_2 = 18 V$, одакле је $Q_1 = C_1 U''_{13} = 0 \mu C$ и $Q_2 = C_2 U''_{24} = 36 \mu C$. 2 бода + 2 бода + 0.5 бодова + 0.5 бодова

Протоци кроз кондензаторе су $q_1 = Q_1 - Q_{10} = 10 \mu C$ и $q_2 = Q_2 - Q_{20} = 6 \mu C$. 0.5 бодова + 0.5 бодова





8. У колу приказаном на слици је $E = 2\text{ V}$, $R = 50\ \Omega$, $U_1 = 1\text{ V}$ и $U_2 = 1/3\text{ V}$. Израчунати отпорности R_1 и R_2 .



$$U_1 = E - R_1 I_1 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{E - U_1}{R_1} = 20\text{ mA} \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$

$$U_2 = R I_3 \quad \Rightarrow \quad I_3 = \frac{U_2}{R} = \frac{20}{3}\text{ mA} \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$

$$U_1 = U_2 + R_1 I_3 + R_1 I_1 \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{U_1 - U_2}{I_1 + I_3} = 25\ \Omega \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$

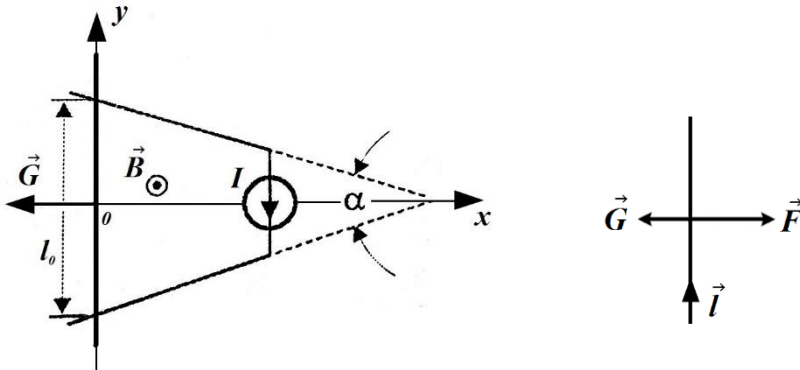
$$I_2 = I_1 - I_3 = \frac{40}{3}\text{ mA} \quad 1 \text{ бод}$$

$$R_2 I_2 - R_1 I_3 - R I_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad R_2 = (R_1 I_3 + R I_3) / I_2 = 37.5\ \Omega \quad 1 \text{ бод} + 0.5 \text{ бодова}$$





9. Две проводне шине, постављене у равни под углом α , прикључене су на идеални струјни генератор. Шине се налазе у хомогеном магнетном пољу индукције \vec{B} , нормалне на равни шина. По шинама, без трења, клизи прав проводник на који делује стална механичка сила \vec{G} , правца и смера као на слици. Када се проводник налази у координатном почетку, његова активна дужина (део проводника који са шинама чини затворено струјно коло) је l_0 . Одредити колику ће активну дужину имати проводник када се заустави. Познато је: $l_0 = 0.4 \text{ m}$, $B = 0.5 \text{ T}$, $I = 5 \text{ A}$, $G = 0.5 \text{ N}$.



Када се проводник налази у хомогеном магнетном пољу, на њега делује електромагнетна сила:

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}. \quad 1 \text{ бод}$$

Како су вектори магнетне индукције и дужине проводника међусобно нормални, то је интензитет ове силе:

$$F = IlB, \quad 0.5 \text{ бодова}$$

док су правац и смер дати на слици. 0.5 бодова

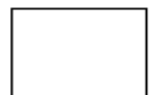
Када се проводник налази у координатном почетку, интензитет електромагнетне силе износи $F = Il_0B = 1 \text{ N}$, и већи је од интензитета механичке силе G , па ће се проводник кретати у смеру електромагнетне силе. 2 бода

Проводник ће се зауставити када се изједначе интензитети ових сила:

$$G = F = IlB, \quad 3 \text{ бода}$$

тј. када активна дужина проводника опадне на вредност:

$$l = G/IB = 0.2 \text{ m}. \quad 1 \text{ бод}$$





10. Између магнетних пермеабилности гвожђа (μ_{Fe}), алуминијума (μ_{Al}) и бакра (μ_{Cu}) важи релација:

а) $\mu_{Fe} < \mu_{Al} < \mu_{Cu}$

б) $\mu_{Fe} < \mu_{Cu} < \mu_{Al}$

в) $\mu_{Al} < \mu_{Fe} < \mu_{Cu}$

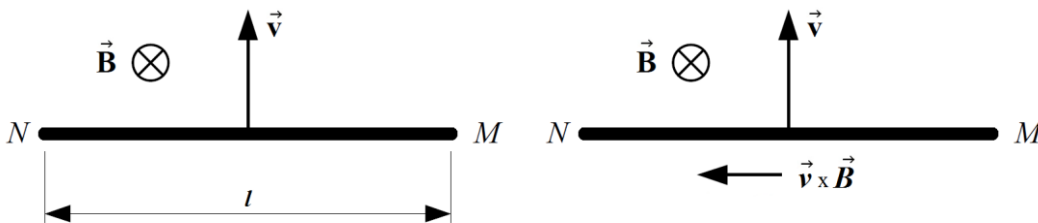
г) $\mu_{Al} < \mu_{Cu} < \mu_{Fe}$

д) $\mu_{Cu} < \mu_{Fe} < \mu_{Al}$

ђ) $\mu_{Cu} < \mu_{Al} < \mu_{Fe}$ 5/-2



11. Танак проводан штап, дужине $l = 100 \text{ mm}$, креће се константном брзином $v = 10 \text{ m/s}$ у хомогеном сталном магнетном пољу индукције $B = 2 \text{ T}$, као на слици. Израчунати разлику потенцијала крајњих тачака штапа, M и N .

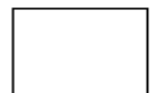


У проводнику ће се индуковати електромоторна сила e (вектори брзине и магнетне индукције су међусобно нормални, док је њихов векторски производ колинеаран са дужином проводника):

$e = lvB = 2 \text{ V}$. 3 бода

Узимајући у обзир смер индуковане електромоторне силе, добија се тражена разлика потенцијала:

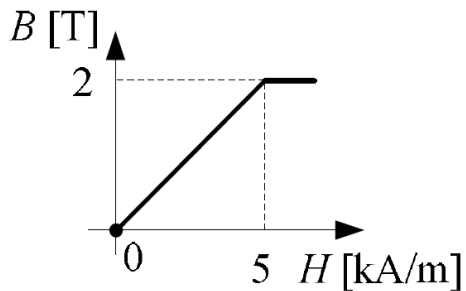
$V_M - V_N = -e = -2 \text{ V}$. 3 бода





12. Дужина средње линије танког торусног језгра је $L = 0.2 \text{ m}$, а површина попречног пресека је $S = 10 \text{ cm}^2$. На торус је равномерно и густо намотан калем са $N = 1000$ завојака и у њему је успостављена стална струја јачине $I = 0.5 \text{ A}$. Карактеристика магнетисања материјала од кога је начињено језгро приказана је на слици. Израчунати:

- а) јачину магнетног поља и
- б) магнетну индукцију у језгру,
- в) флукс калема,
- г) индуктивност калема,
- д) магнетску енергију калема.



а) $H = \frac{NI}{l} = 2.5 \text{ kA/m}$ 1.5 бодова

б) $B = 1 \text{ T}$ 1 бод

в) $\Phi = NBS = 1 \text{ Wb}$ 1.5 бодова

г) $L = \frac{\Phi}{I} = 2 \text{ H}$ 1.5 бодова

д) $W_m = \frac{1}{2}LI^2 = 0.25 \text{ J}$ 1.5 бодова

