

تمارين لاختبار المعارف

التمرين الأول : تمرين رقم 1 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

اختر الجواب الصحيح :

(1) يحقق التوتر بين مربطي المولد العلاقة :

$$U = E.I + r.I^2 \quad (\text{ج})$$

$$U = E + r.I \quad (\text{ب})$$

$$U = E - r.I \quad (\text{أ})$$

(2) تكتب الحصيلة الطاقة لمستقبل كما يلي :

$$W_u = W_e + W_J \quad (\text{ج})$$

$$W_e = W_J + W_u \quad (\text{ب})$$

$$W_J = W_e + W_u \quad (\text{أ})$$

(3) الطاقة النافعة التي ينتجها مستقبل خلال المدة الزمنية Δt هي :

$$W = E'.I.\Delta t \quad (\text{ج})$$

$$W = U.I.\Delta t \quad (\text{ب})$$

$$W = r.I^2.\Delta t \quad (\text{أ})$$

(4) مردود مولد كهربائي هو :

$$\rho = \frac{E}{E'} \quad (\text{ج})$$

$$\rho = \frac{E'}{E} \quad (\text{ب})$$

$$\rho = \frac{U_{PN}}{E} \quad (\text{أ})$$

التمرين الثاني : تمرين رقم 2 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

أقرن الجداءات : $E.I$ ، $r.I^2$ ، $E'.I$ ، $U.I$ بما يناسب :

(أ) القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف مستقبل .

(ب) القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد .

(ج) القدرة الكهربائية المبذولة بمفعول جول في المولد .

(د) القدرة الكهربائية المحولة من طرف مستقبل .

التمرين الثالث : تمرين رقم 3 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

انقل الشكل أسفله واكتب تحت الأسهم أشكال الطاقة المنتقلة وتعبيرها :



التمرين الرابع : تمرين رقم 4 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

أجب بصحيح أم خطأ :

القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد إلى دارة مقاومة مقاومتها المكافئة R_{eq} :

(أ) قصوى إذا كانت $r = R_{eq}$

(ب) قصوى إذا كانت $r > R_{eq}$

(أ) قصوى إذا كانت $r < R_{eq}$

تمارين تطبيقية

التمرين الخامس : تمرين رقم 5 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

يمر في محرك كهربائي مقاومته الداخلية $r = 1,25\Omega$ وتوتره $U = 6,5V$ ، تيار كهربائي شدته $I = 2,52A$.

(1) ما الاصطلاح المستعمل لتعريف التوتر U .

احسب القدرة الكهربائية P_e المكتسبة من طرف المحرك .

(2) احسب القوة الكهرومحرركة المضادة E' للمحرك .

(3) أوجد قيم القدرة الميكانيكية P_m الممنوحة من طرف المحرك و P_J القدرة المبذولة بمفعول جول في المحرك .

(4) احسب المجموع $P_m + P_J$ ماذا تستنتج؟

(5) عرف مردود المحرك ثم احسب قيمته .

التمرين السادس : تمرين رقم 6 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

نركب محملا كهربائيا قوته الكهرومحرركة المضادة $E' = 1,9V$ مع مولد يطبق التوتر $U_{PN} = 4,25V$. شدة التيار الكهربائي المار في الدارة

$$I = 52,5mA$$

(1) أعط التمثيل المكافئ للمحلل الكهربائي ثم احسب مقاومته الداخلية r .

(2) احسب :

(أ) القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك

(ب) القدرة الكهربائية P_J المبذولة بمفعول جول داخل المحلل.
(3) احسب المقدار $P_e - P_J$ وقارنه مع $E'I$. ماذا تستنتج ؟

التمرين السابع : تمرين رقم 7 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

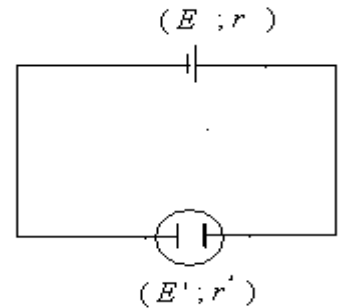
يمنح مولد لدارة كهربائية قدرة كهربائية $P_e = 30W$ عندما يمر فيه تيار كهربائي شدته $I = 1,2A$.
(1) احسب التوتر U_{PN} بين مربطي المولد.
(2) استنتج الطاقة الكهربائية التي يمنحها المولد لباقي الدارة عندما يشتغل لمدة عشرة دقائق.

التمرين الثامن : تمرين رقم 8 الصفحة 164 الكتاب المدرسي المسار .

يحدث مولد تيار كهربائي مستمرا شدته I عندما يكون التوتر بين مربطيه $5,5V$ ويمنح لدارة كهربائية طاقة كهربائية تساوي $24,6kJ$ أثناء اشتغاله مدة ساعتين .
(1) احسب قيمة I .
(2) علما أن مردود المولد يساوي $0,8$. استنتج ما يلي :
(أ) القوة الكهرومحركة E للمولد.
(ب) المقاومة الداخلية r للمولد.
(ج) الطاقة المبذولة بمفعول جول خلال مدة الاشتغال .

التمرين التاسع : تمرين رقم 9 الصفحة 164 الكتاب المدرسي المسار .

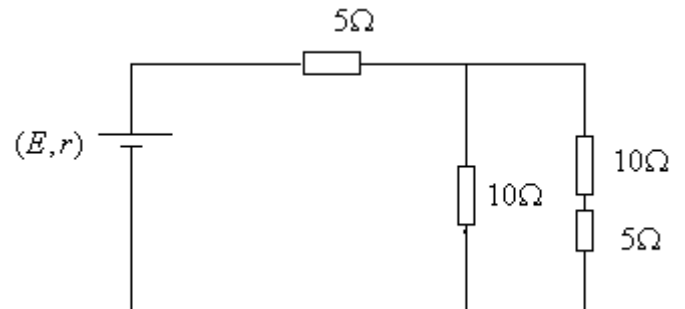
نركب على التوالي مولدا $(E = 6V, r = 1,2\Omega)$ ومحللا كهربائيا $(E' = 2V; r' = 10\Omega)$. مدة الاشتغال 20 دقيقة .



(1) بين أن شدة التيار المار في الدارة هي $I = 0,36A$ وأن التوتر بين مربطي المحلل الكهربائي يساوي $5,6V$.
(2) احسب ما يلي :
(أ) الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد.
(ب) الطاقة الكهربائية التي تحولت على طاقة كيميائية من طرف المحلل الكهربائي.
(ج) الطاقة الحرارية المبذولة بمفعول جول في مجموع الدارة .
(3) ما قيمة :
(أ) مردود المحلل الكهربائي ؟
(ب) مردود المولد ؟
(ج) المردود الكلي للدارة ؟

التمرين العاشر : تمرين رقم 10 الصفحة 164 الكتاب المدرسي المسار .

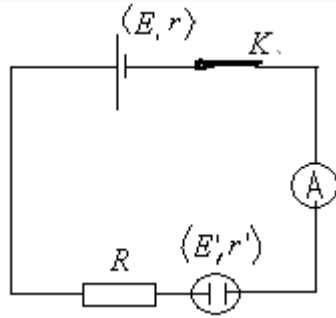
نعتبر التركيب أسفله حيث المولد عبارة عن عمود قوته الكهرومحركة $E = 9,2V$ ومقاومته الداخلية $r = 2\Omega$.



(1) احسب قيمة المقاومة المكافئة R_{eq} للموصلات الاومية الأربعة للتركيب.
(2) استنتج شدة التيار الكهربائي الذي يمر في المولد.
(3) عبر عن القدرة الكهربائية P_e الممنوحة من طرف المولد بدلالة E ، R_{eq} واحسب قيمتها.
(4) بين أن P_e تأخذ قيمة قصوى : $P_{e\max} = \frac{R_{eq}}{(r + R_{eq})} \cdot E^2$ عندما تتحقق العلاقة : $R_{eq} = r$.

التمرين الحادي عشر : تمرين رقم 13 الصفحة 165 الكتاب المدرسي المسار .

- مولد G قوته الكهرومحرركة E ومقاومته الداخلية r .
- موصل أومي مقاومته $R = 10\Omega$.
- محلل كهربائي قوته الكهرومحرركة المضادة $E' = 2,5V$ ومقاومته الداخلية $r' = 7,5V$.
- أمبيرمتر مقاومته مهملة وقاطع التيار K .



نغلق قاطع التيار فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته $I = 0,1A$.

- (1) احسب القدرة الحرارية P_J الناتجة عن مفعول جول في الموصل الأومي والمحلل الكهربائي.
- (2) احسب القدرة النافعة P_u للمحلل الكهربائي.
- (3) استنتج P_e القدرة الممنوحة من طرف المولد G لباقي الدارة.
- (4) احسب قيمة كل من E و r علما أن مردود المولد $\rho = 94\%$.

التمرين الثاني عشر : تمرين رقم 14 الصفحة 165 الكتاب المدرسي المسار.

- نركب بين مربطي مولد كهربائي قوته الكهرومحرركة $E = 12V$ ومقاومته الداخلية $r = 1\Omega$ ، محلا كهربائيا قوته الكهرومحرركة المضادة $E' = 2V$ ومقاومته الداخلية $r' = 39\Omega$.
- (1) أعط تبليانة التركيب موضحا الاصطلاح المستعمل.
 - (2) بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين أن :

$$I = \frac{E - E'}{r + r'}$$

(3) أوجد قيمة :

- أ) القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد.
- ب) القدرة النافعة للمحلل الكهربائي .
- ج) القدرة الكلية المبذولة بمفعول جول.
- د) حدد قيمة مردود المحلل الكهربائي ثم المردود الكلي للدارة الكهربائية.

التصحيح

تصحيح التمرين الأول : تمرين رقم 1 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار.

الجواب الصحيح :

- (1) يحقق التوتر بين مربطي المولد العلاقة :
(أ) $U = E - r.I$
- (2) تكتب الحصيلة الطاقية لمستقبل كما يلي :
(ب) $W_e = W_J + W_u$
- (3) الطاقة النافعة التي ينتجها مستقبل خلال المدة الزمنية Δt هي :

$$W = E'.I.\Delta t \quad (ج)$$

(4) مردود مولد كهربائي هو :

$$\rho = \frac{U_{PN}}{E} \quad (أ)$$

تصحيح التمرين الثاني : تمرين رقم 2 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار.

- أ) القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف مستقبل $U.I$.
- ب) القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد $E.I$.
- ج) القدرة الكهربائية المبذولة بمفعول جول في المولد $r.I^2$.
- د) القدرة الكهربائية المحولة من طرف مستقبل $E'.I$.



تصحيح التمرين الرابع : تمرين رقم 4 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .
القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد إلى دارة مقاومة مقاومتها المكافئة R_{eq} :
(أ) قصوى إذا كانت $R_{eq} = r$ هو الجواب الصحيح.

تصحيح التمرين الخامس : تمرين رقم 5 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

$$U = E' + r'I \quad (1)$$

$$P_e = U \cdot I = 6,5 \times 2,52 = 16,38W \quad \text{القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك.}$$

$$E' = U - r'I = 6,5 - 1,25 \times 2,52 = 3,35V \quad (2)$$

$$\text{أوجد قيم القدرة الميكانيكية } P_m \text{ الممنوحة من طرف المحرك :} \quad (3)$$

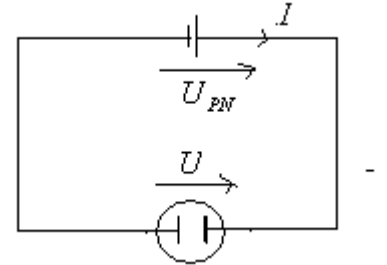
$$P_m = E' \cdot I = 3,35 \times 2,52 = 8,44W$$

$$P_e = P_m + P_J \quad \text{نلاحظ أن } P_m + P_J = E' \cdot I + r'I^2 = 3,35 \times 2,52 + 1,25 \cdot 2,52^2 = 16,38W \quad (4)$$

$$\text{(5) مردود المحرك هو خارج القدرة النافعة على القدرة المكتسبة :}$$

$$\rho = \frac{P_u}{P_e} = \frac{E' \cdot I}{P_e} = \frac{3,35 \times 2,52}{16,38} = 0,515 = 51,5\%$$

تصحيح التمرين السادس : تمرين رقم 6 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .
(1) التمثيل المكافئ للمحلل الكهربائي :



حسب قانون إضافية التوترات لدينا : $U_{PN} = U$ مع $U = E' + r'I$

$$r' = \frac{U_{PN} - E'}{I} = \frac{4,25 - 1,9}{52,5 \times 10^{-3}} \approx 44,8\Omega \quad \text{أي :} \quad U_{PN} - E' = r'I \quad \text{ومنه :} \quad U_{PN} = E' + r'I \quad (2)$$

(أ) القدرة الكهربائية P_e المكتسبة من طرف المحلل.

$$P_e = U \cdot I = U_{PN} \cdot I = 4,25 \times 52,5 \cdot 10^{-3} = 0,223W$$

(ب) القدرة الكهربائية P_J المبددة بمفعول جول داخل المحلل.

$$P_J = r'I^2 = 44,8 \times (52,5 \cdot 10^{-3})^2 = 0,123W$$

(3) $P_e - P_J = 0,223 - 0,123 = 0,1W$ و $E' \cdot I = 1,9 \times 52,5 \cdot 10^{-3} = 0,1W$:
نستنتج أن : $P_e = P_J + P_u$

تصحيح التمرين السابع : تمرين رقم 7 الصفحة 163 الكتاب المدرسي المسار .

$$U_{PN} = \frac{P_e}{I} = \frac{30}{1,2} = 25V \quad \Leftarrow \quad P_e = U_{PN} \cdot I \quad (1)$$

(2) استنتج الطاقة الكهربائية التي يمنحها المولد لباقي الدارة عندما يشتغل لمدة عشرة دقائق.
 $W = U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t = 25 \times 1,2 \times 20 \times 60 = 36 \cdot 10^3 W$

تصحيح التمرين الثامن : تمرين رقم 8 الصفحة 164 الكتاب المدرسي المسار .

$$I = \frac{W_u}{U_{PN} \cdot \Delta t} = \frac{24,6 \cdot 10^3}{5,5 \times 2 \times 3600} = 0,62A \quad \text{إن :} \quad W_u = U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t \quad \text{نعلم أن الطاقة الممنوحة من طرف المولد}$$

ملحوظة : الطاقة الممنوحة للدائرة الخارجية هي الطاقة النافعة : $W_u = W_e$
للמיד من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

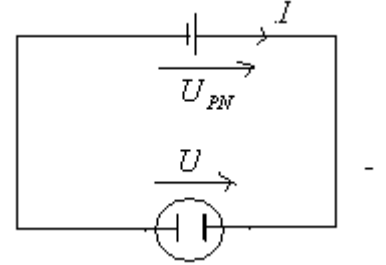
(2) أ) نعلم أن مردود المولد : $\rho = \frac{W_u}{W_t} = \frac{W_u}{E.I.\Delta t}$ إذن : $\rho = \frac{24,6.10}{0,62 \times 0,8 \times 2 \times 3600} \approx 6,9V$

ب) لدينا $U_{PN} = E - r.I$ ومنه : $r = \frac{E - U_{PN}}{I} = \frac{6,9 - 5,5}{0,62} \approx 2,2\Omega$

$W_j = r.I^2.\Delta t = 2,2 \times 0,62^2 \times 2 \times 3600 \approx 6kJ$

تصحيح التمرين التاسع : تمرين رقم 9 الصفحة 164 الكتاب المدرسي المسار .

(1)



حسب قانون إضافية التوترات لدينا : $U_{PN} = U$ مع : $U_{PN} = E - r.I$ و : $U = E' + r'.I$

إذن : $E - r.I = E' + r'.I$ أي : $E - E' = (r + r').I$ ومنه نستخرج : $I = \frac{E - E'}{r + r'} = \frac{6 - 2}{10 + 1,2} \approx 0,36A$

(2) أ) الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف لمولد : $W_e = U_{PN}.I.\Delta t = U.I.\Delta t = 5,6 \times 0,36 \times 20 \times 60 = 2419 J$
 ب) الطاقة الكهربائية التي تحولت على طاقة كيميائية من طرف المحلل الكهربائي : $W_u = E'.I.\Delta t = 2 \times 0,36 \times 20 \times 60 = 864J$
 ج) الطاقة الحرارية المبذولة بمفعول جول في مجموع الدارة .

$W_j = (r + r').I^2.\Delta t = (1,2 + 10).0,36^2 \times 20 \times 60 \approx 1742 J$

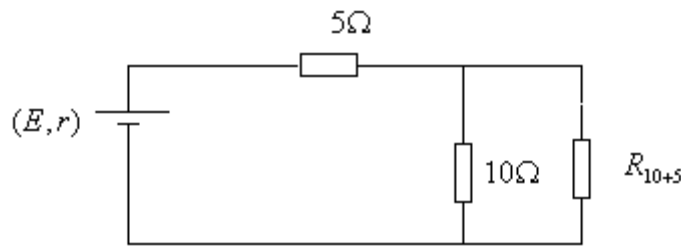
(3) أ) مردود المحلل الكهربائي : $\rho' = \frac{P_u}{P_r} = \frac{E'.I}{U.I} = \frac{E'}{U} = \frac{2}{5,6} \approx 0,36 = 36\%$

ب) مردود المولد : $\rho = \frac{P_u}{P_t} = \frac{U_{PN}.I}{E.I} = \frac{U_{PN}}{E} = \frac{6 - 1,2 \times 0,36}{6} \approx 0,93 = 93\%$

ج) المردود الكلي للدارة : $\rho'' = \frac{P_u}{P_t} = \frac{E'.I}{E.I} = \frac{E'}{E} = \frac{2}{6} = 0,33 = 33\%$

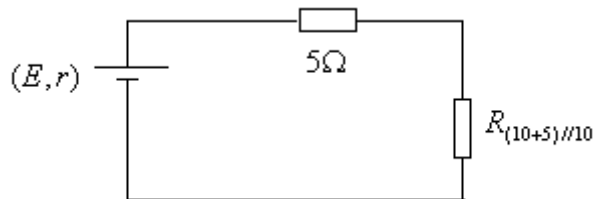
تصحيح التمرين العاشر : تمرين رقم 10 الصفحة 164 الكتاب المدرسي المسار .

(1) لتكن R_{10+5} المقاومة المكافئة للموصلين 10Ω و 5Ω المركبين على التوالي : $R_{10+5} = 5 + 10 = 15\Omega$ وبذلك يصبح التركيب كما يلي :



لتكن $R_{(10+5)//10}$ المقاومة المكافئة للموصلين $10\Omega + R_{10+5}$ المركبين على التوازي : $\frac{1}{R_{(10+5)//10}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15}$

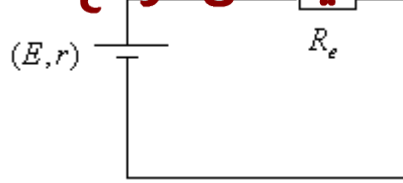
وبذلك يصبح التركيب كما يلي :



ومنه : $R_{(10+5)//10} = 6\Omega$. $\frac{1}{R_{(10+5)//10}} = \frac{15 + 10}{150} = \frac{25}{150} = \frac{1}{6}$

لتكن $R_e = R_{(10+5)//5} + 5 = 6 + 5 = 11\Omega$ التركيب : $R_e = R_{(10+5)//5} + 5 = 6 + 5 = 11\Omega$

وبذلك يصبح التركيب كما يلي : **المزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma**



(2) شدة التيار الذي يمر في المولد :

$$I = \frac{E}{R_e + r} = \frac{9,2}{11 + 2} \approx 0,7 A$$

(3) القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد $P_e = U_{PN} \cdot I = (E - r \cdot I) \cdot I$ مع $I = \frac{E}{R_e + r}$:

$$\begin{aligned} P_e &= (E - r \cdot \frac{E}{R_e + r}) \times \frac{E}{R_e + r} \\ &= (\frac{rE + R_e \cdot E - r \cdot E}{R_e + r}) \times \frac{E}{R_e + r} \\ &= (\frac{R_e \cdot E}{R_e + r}) \times \frac{E}{R_e + r} \\ &= \frac{R_e \cdot E^2}{(R_e + r)^2} \end{aligned}$$

$$P_e = \frac{R_e \cdot E^2}{(R_e + r)^2} = \frac{11 \times 9,2^2}{(11 + 2)^2} \approx 5,51 W \text{ : ت.ع.}$$

القدرة الممنوحة من طرف المولد في الدارة السابقة $P_e = \frac{R_e \cdot E^2}{(r + R_e)^2}$ لندرس تغيرات القدرة بدلالة R_e .

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dR_e} &= \frac{(r + R_e)^2 - R_e \cdot 2 \cdot (r + R_e)}{(r + R_e)^4} \times E^2 \\ &= \frac{r^2 + 2rR_e + R_e^2 - 2rR_e - 2R_e^2}{(r + R_e)^4} \times E^2 \\ &= \frac{r^2 - R_e^2}{(r + R_e)^4} \times E^2 \\ &= \frac{(r - R_e) \cdot (r + R_e)}{(r + R_e)^4} \times E^2 \\ &= \frac{r - R_e}{(r + R_e)^3} \times E^2 \end{aligned}$$

ومنه فإن القدرة P تكون قصوى عندما تكون $\frac{dP}{dR_e} = 0$ أي $\frac{r - R_e}{(r + R_e)^3} \times E^2 = 0$ أي $R_e = r$.

تصحيح التمرين الحادي عشر : تمرين رقم 13 الصفحة 165 الكتاب المدرسي المسار .

(1) القدرة الحرارية P_J الناتجة عن مفعول جول في الموصل الأومي والمحلل الكهربائي :

$$P_J = (R + r') \cdot I^2 = (10 + 7,5) \times 0,1^2 = 0,175 W$$

(2) القدرة النافعة P_u للمحلل الكهربائي:

$$P_u = E' \cdot I = 2,5 \times 0,1 = 0,25 W$$

(3) القدرة الممنوحة من طرف المولد G لباقي الدارة تساوي مجموع القدرة الحرارية المبددة بمفعول جول في الموصل الأومي والمحلل الكهربائي و القدرة النافعة P_u للمحلل الكهربائي.

$$P_e = P_J + P_u = 0,175 + 0,25 = 0,425 W$$

(4) نعلم أن القدرة الممنوحة من طرف المولد لباقي الدارة :

$$(1) \quad E \cdot I - r I^2 = P_e \quad \text{أي} \quad P_e = E \cdot I - r I^2 \quad \text{إذن} \quad P_e = U_{PN} \cdot I = (E - r I) \times I$$

$$(2) \quad E(\rho - 1) + r I = 0 \quad \text{أي} \quad \rho \cdot E = E - r I \Leftrightarrow \rho = \frac{P_u}{P_J} = \frac{U_{PN} \cdot I}{\frac{U_{PN} \cdot I}{E}} = \frac{U_{PN}}{E} = \frac{E - r I}{E}$$

باستعمال طريقة حل نظام لدينا :

$$\begin{cases} E.I - rI^2 = P_e \\ E(\rho - 1) + rI = 0 \end{cases}$$

باستعمال طريقة حل نظام لدينا :

$$\Delta = \begin{vmatrix} I & -I^2 \\ \rho - 1 & I \end{vmatrix} = I^2 + I^2(\rho - 1) = 0,01 + 0,01(0,94 - 1) = 9,4 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta E = \begin{vmatrix} P_e & -I^2 \\ 0 & I \end{vmatrix} = P_e \cdot I = 0,425 \times 0,1 = 0,0425$$

وبذلك القوة الكهرومحركة للمولد :

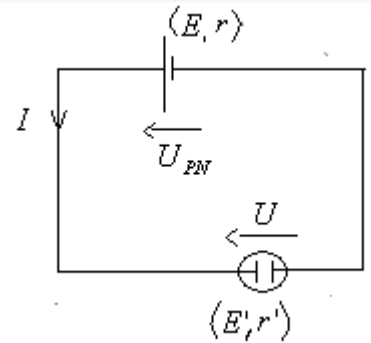
$$E = \frac{\Delta E}{\Delta} = \frac{0,0425}{9,4 \cdot 10^{-3}} = 4,52V$$

$$\Delta r = \begin{vmatrix} I & P_e \\ \rho - 1 & 0 \end{vmatrix} = -(\rho - 1) \cdot P_e = -(0,94 - 1) \times 0,425 = 0,0255$$

وبذلك المقاومة الداخلية للمولد :

$$r = \frac{\Delta r}{\Delta} = \frac{0,0255}{9,4 \cdot 10^{-3}} = 2,7\Omega$$

تصحيح التمرين الثاني عشر : تمرين رقم 14 الصفحة 165 الكتاب المدرسي المسار . (1)



في اصطلاح المولد U_{PN} و I لهما نفس المنحى.
في اصطلاح المستقبل U و I لهما منحيان متعاكسان.

(2) حسب مبدأ انحفاظ الطاقة : فإن الطاقة الكلية التي يمنحها المولد قسط منها ينتفع به على مستوى المحرك والقسط الآخر يتبدد على مستوى المقاومة الكلية للدائرة بمفعول جول.
إذن :

أي : $W_t = W_u + W_{J(r)} + W_{J(r')}$ تصبح : $E.I\Delta t = E'.I\Delta t + r.I^2\Delta t + r'.I^2\Delta t$ بعد الاختزال ب: $I \times \Delta t$ تصبح : $E = E' + r.I + r'.I$ أي :

ت.ع: $I = \frac{12 - 2}{1 + 39} = 0,25A$ ومنه : $E - E' = I(r + r')$ $I = \frac{E - E'}{r + r'}$

(3) أ) القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد : $P_e = U_{PN} \cdot I = (E - r.I) \times I = (12 - 1 \times 0,25) \times 0,25 \approx 2,34W$

ب) القدرة النافعة للمحلل الكهربائي : $P_u = E'.I = 2 \times 0,25 = 0,5W$

ج) القدرة الكلية المبذولة بمفعول جول : $P_J = (r + r').I^2 = (39 + 1) \times 0,25^2 = 2,5W$

نلاحظ أن القدرة الكلية للمولد : $P_t = E.I = 12 \times 0,25 = 3W$ تساوي مجموع القدرة النافعة للمحلل الكهربائي و القدرة الكلية المبذولة بمفعول جول
أي انحفاظ الطاقة الكلية في الدارة.

د) مردود المحلل الكهربائي :

$$\rho' = \frac{P_u}{P_{re\varphi ue}} = \frac{E'.I}{U.I} = \frac{E'}{U} = \frac{E'}{E' + r'.I} = \frac{2}{2 + 0,25 \times 39} = 0,17 = 17\%$$

المردود الكلي للدائرة الكهربائية :

$$\rho'' = \frac{P_u}{P_t} = \frac{E' \cdot I}{E \cdot I} = \frac{E'}{E} = \frac{2}{12} = 0,1666 \approx 16,7\%$$

أو بطريقة أخرى

$$\rho = \frac{P_u}{P_t} = \frac{U_{PN} \cdot I}{E \cdot I} = \frac{E - rI}{E} = \frac{12 - 1 \times 0,25}{12} = 0,98 = 98\%$$

المردود الكلي للمولد : $\rho = 0,98$
والمردود الكلي للدارة : $\rho'' = \rho \times \rho' = 0,98 \times 0,17 \approx 16,7\%$