الثانوية التأهيلية ابن سينا جمعة سحيم - أسفي الأستاذ: المختار الوردي	فرض محروس رقم 4 الشعبة: العلوم التجريبية المستوى: الأولى باك	المادة: فيزياء- كيمياء مدة الإنجاز: ساعتان 14- 03 -2013

الكيميـــــاء (9.5 نقطة)

التمرين الأول (4 نقط)

املأ الجدولين أسفله بما يناسب — 2

الحمض	القاعدة المرافقة	المزدوجة قاعدة / حمض	نصف المعادلة حمض - قاعدة
AH			
C_6H_5COOH			
	NH_3		
H_2O			
	H_2O		

المؤكسد (ox)	المختزل (red)	المزدوجة (ox / red)	نصف المعادلة الإلكترونية ($Ox + n.e^{-1} = Red$)
$Cu^{2+}_{(aq)}$			
ثنائي اليود	أيون يودور $I^-_{(aq)}$		
	فلز الفضة (Ag)		
أيون الحديدII			
	أيون الحديدII		

2

التمرين الثاني: (5.5 نقطة)

نحضر محلولا مائيا (S_1) بإذابة كتلة m من كبريتات الحديد II في لتر من الماء الخالص.
نأخذ $V_1 = 40mL$ من المحلول (S_1) مع بعض قطرات من حمض الكبريتيك ثم نضيف إليه تدريجيا محلول مائي (S_2) لثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+ + Cr_2O^{2-}_{7(aq)})$ تركيزه $C_2 = 5.10^{-2} mol.L^{-1}$، الذي يتميز باللون البرتقالي المميز لأيونات $Cr_2O^{2-}_{7(aq)}$ التي تختزل إلى أيونات الكروم $Cr^{3+}_{(aq)}$. و عند صب 14 mL من المحلول (S_2) ينتهي اختفاء اللون البرتقالي.

1. ارسم التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذه المعايرة , محددا أسماء الأدوات المستعملة و مشيرا إلى المتفاعل المعاير و المتفاعل المعاير. — 1
2. حدد المزدوجتين المتفاعلتين. — 0.5
3. أكتب معادلة تفاعل هذه المعايرة. و ما نوع هذا التفاعل؟ — 0.75
4. كيف يمكنك التعرف على حالة التكافؤ أثناء هذه المعايرة؟ — 0.25
5. أنشئ الجدول الوصفي لتطور التفاعل و أثبت علاقة التكافؤ لهذه المعايرة. — 0.75
6. استنتج C_1 التركيز المولي للمحلول (S_1) و حدد قيمة m. — 0.5
7. يمكن كذلك نهج طريقة قياس المواصلة لتحديد C_1.
   7- 1- أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في محلول المعايرة. — 0.5
   7- 2- أعط تعبير موصلية المحلول بدلالة تراكيز و الموصلية الأيونية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول: قبل و عند و بعد التكافؤ. — 0.75
   7- 3- أعط المنحنى الذي يمثل موصلية المحلول بدلالة الحجم المضاف. — 0.5

نعطي : $M(O) = 16g.mol^{-1}$ و $M(S) = 32,1g.mol^{-1}$ و $M(Fe) = 55,8g.mol^{-1}$.

الفيزياء (13 نقطة)

التمرين الأول (5 نقط)

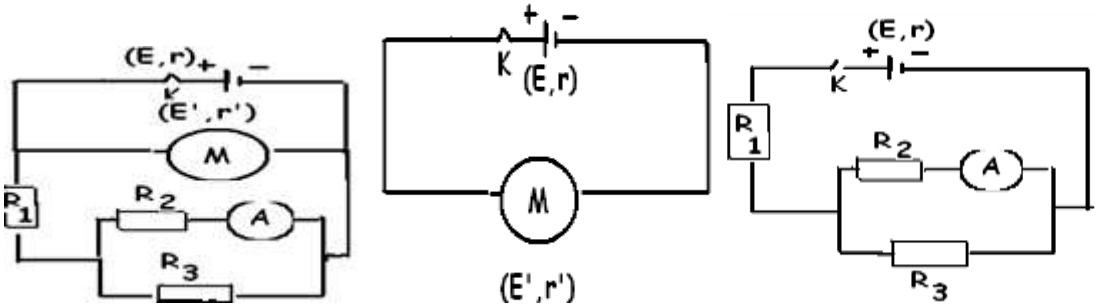
1- تعتبر الطاقة الشمسية من أهم **الطاقات المتجددة**، فهي **طاقة أولية** (مع ذلك يمكن استغلالها مباشرة) يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية (ثانوية) بواسطة **أعمدة كهرضوئية**، و التي بدورها، يمكن أن تغذي **مستقبلات** كالمحركات الكهربائية؛ هذه الأخيرة تحول جزءا من الطاقة الكهربائية المكتسبة إلى طاقة ميكانيكية (ثالثية).

مقتطف من مجلة الطاقات المتجددة

1 -1- عرف ما تحته خط. — 1
1 -2- أعط مثالا غير الأمثلة الواردة في النص لكل من: — 0.75
أ- طاقة متجددة ب- مولد ج- مستقبل

2- نعتبر التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 و المتكون من:
- ثلاث موصلات أومية مقاومتها على التوالي هي: $R_1 = 6\ \Omega$ ؛ $R_2 = 30\ \Omega$ ؛ $R_3 = 20\ \Omega$.
- أمبيرمتر A و قاطع التيار K.
نغلق قاطع التيار K فيشير الأمبيرمتر إلى الشدة $I_2 = 0.24\ A$ للتيار المار في R_2.
2- 1- أحسب I_3 المارة في R_3، ثم استنتج شدة التيار الكهربائي في الدارة الرئيسية I_1. — 0.5
2- 2- أكتب العلاقة بين القدرة الكهربائية الكلية للمولد و القدرة الحرارية المبددة في الدارة ثم استنتج المقاومة الداخلة r للعمود. نعطي $E = 12\ V$. — 0.5
3- نعتبر الآن التركيب المبين في الشكل 2. حيث M محرك كهربائي قوته الكهرومحركة $E' = 6V$، و مقاومته $r' = 4\Omega$.
- نغلق قاطع التيار الكهربائي خلال مدة زمنية $\Delta t = 10\ min$.
3- 1- ما قيمة شدة التيار الكهربائي في الدارة. — 0.25
3- 2- أحسب الطاقة الكهربائية التي اكتسبها المحرك خلال مدة التشغيل. — 0.25
3- 3- أحسب الطاقة الميكانيكية التي منحها المحرك خلال نفس المدة. — 0.25
3- 4- استنتج مردود المحرك. — 0.25
4- نضيف إلى التركيب الأخير الموصلات الأومية السابقة كما هو مبين على الشكل 3، فيشير الأمبيرمتر إلى الشدة $I'_2 = 0.2\ A$. — 0.5

0.25 4- 1- أحسب شدة التيار الكهربائي الذي يزود به المولد الدارة.
0.5 4- 2- استنتج شدة التيار الكهربائي الذي يجتاز المحرك.
4- 3- أنجز الحصيلة الطاقية لهذا التركيب. ثم تحقق من انحفاظ الطاقة.



الشكل 3 الشكل 2 الشكل 1

التمرين الثاني (8 نقطة)

نعتبر الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل أسفله، و المكونة من مولد و مقاومة قابلة للضبط و محرك كهربائي و محلل كهربائي. K_1 و K_2 و K_3 قواطع للتيار.

المرحلة الأولى:

0.5 1- نغلق فقط K_1، فيمر تيار شدته $I_1 = 0.5\ mA$. ما هي القيمة التي تأخذها المقاومة R؟
0.5 2- أحسب القدرة المبدد بمفعول جول.

المرحلة الثانية: نفتح K_1 و نغلق K_2.

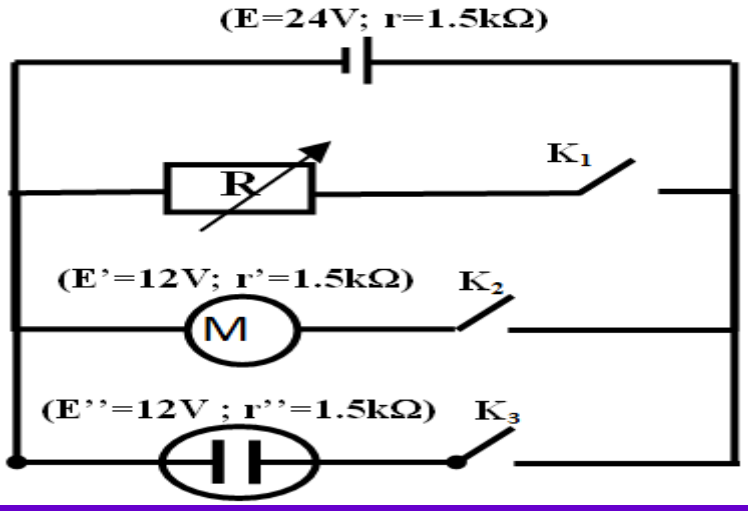
0.5 1- أحسب شدة التيار I_2 المارة في الدارة.
0.5 2- أحسب القدرة المبددة بمفعول جول في الدارة.
0.5 3- أحسب مردود كل من المولد و المحرك، و كذا المردود الإجمالي للدارة.
0.5 4- نمنع المحرك عن الدوران. أحسب القدرة المبددة بمفعول جول. ماذا تستنتج؟

المرحلة الثالثة:

1 1- نغلق قاطعي التيار K_1 و K_2 و نمنع المحرك عن الدوران.
علما أن القدرة المفقودة بمفعول جول هي $Q = 240\ cal/s$. و نعطي $1\ cal = 4.18\ j$.
أحسب قيمة المقاومة R و شدة التيار الرئيسي I_3. و استنتج شدتي التيار المارين في المقاومة R و المحرك.
0.5 2- نغلق قاطعي التيار K_1 و K_2 (المحرك في الدوران) مع إبقاء المقاومة R هي نفسها في هذه المرحلة.
0.5 أ- ما هو دور المقاومة القابلة للضبط في الدارة؟
0.5 ب- أحسب شدة التيار الرئيسي I_4. و استنتج شدتي التيار المارين في المقاومة R و المحرك.
0.5 ج- أنجز الحصيلة الطاقية لهذا التركيب. ثم تحقق من انحفاظ الطاقة.

المرحلة الرابعة:

نغلق قواطع التيار K_1 و K_2 و K_3 (المحرك في الدوران) مع إبقاء المقاومة R هي نفسها في هذه المرحلة السابقة.
0.5 1- حدد أنواع الطاقة التي تتحول لها الطاقة الكهربائية في هذه الدارة.
1 2- أحسب شدات التيار المارة في كل من المقاومة و المحرك و المحلل الكهربائي.
1 3- أنجز الحصيلة الطاقية لهذا التركيب. ثم تحقق من انحفاظ الطاقة.



تصحيح الفرض المحروس رقم 4

المحور	عناصر الاجابة	التنقيط

الكيمياء (9.5 نقطة)

التمرين الأول (4 نقط)

2

الحمض	القاعدة المرافقة	المزدوجة قاعدة / حمض	نصف المعادلة حمض - قاعدة
AH	A^-	AH/A^-	$AH = H^+ + A^-$
C_6H_5COOH	$C_6H_5COO^-$	$C_6H_5COOH/ C_6H_5COO^-$	$C_6H_5COOH = H^+ + C_6H_5COO^-$
NH_4^+	NH_3	NH_4^+/ NH_3	$NH_4^+ = H^+ + NH_3$
H_2O	HO^-	H_2O/ HO^-	$H_2O = H^+ + HO^-$
H_3O^+	H_2O	H_3O^+/ H_2O	$H_3O^+ = H^+ + H_2O$

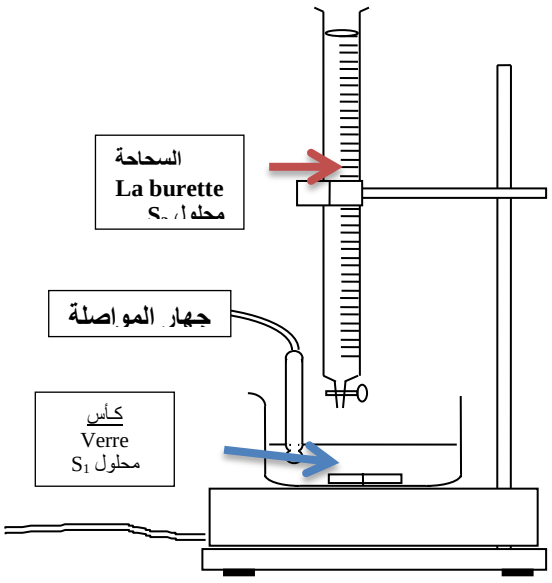
2

المؤكسد (ox)	المختزل (red)	المزدوجة (ox / red)	نصف المعادلة الإلكترونية (Ox + n.e^{-1} = Red)
$Cu^{2+}_{(aq)}$	Cu(s)	$Cu^{2+}_{(aq)} / Cu(s)$	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- = Cu(s)$
ثنائي اليود	أيون يودور $I^-_{(aq)}$	I_2 / I^-	$I_2 + 2\,e^- = 2I^-$
Ag^+	فلز الفضة (Ag)	$Ag^+_{(aq)} / Ag(s)$	$Ag^+_{(aq)} + 1\,e^- = Ag(s)$
أيون الحديدII	Fe(s)	$Fe^{2+}_{(aq)} / Fe(s)$	$Fe^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- = Fe(s)$
أيون الحديد III	أيون الحديدII	$Fe^{3+}_{(aq)} / Fe^{2+}_{(aq)}$	$Fe^{3+}_{(aq)} + 1e^- = Fe^{2+}_{(aq)}$

التمرين الثاني: (5.5 نقطة)

1

1. التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذه المعايرة, محددا أسماء الأدوات المستعملة.



المتفاعل المعاير هو أيون الحديد II و المتفاعل المعاير هو أيون ثنائي كرومات.

0.5

2. المزدوجتين المتفاعلتين.

$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} / Cr^{3+}{}_{(aq)}$ و $Fe^{3+}_{(aq)} / Fe^{2+}_{(aq)}$

0.75

3. معادلة تفاعل هذه المعايرة.

$$1\times(Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 14\ H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+}{}_{(aq)} + 7\ H_2O)$$
$$6\times(Fe^{2+}_{(aq)} = Fe^{3+}_{(aq)} + 1e^-)$$
$$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 14\ H^+ + 6Fe^{2+}_{(aq)} = 2Cr^{3+}{}_{(aq)} + 7\ H_2O + 6\ Fe^{3+}_{(aq)}$$

نوع هذا التفاعل هو تفاعل أكسدة – اختزال.

0.25

4. يمكن التعرف على حالة التكافؤ أثناء هذه المعايرة باختفاء لون كرومات البوتاسيوم البرتقالي.

0.75

5. الجدول الوصفي لتطور التفاعل.

معادلة التفاعل	$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 14\ H^+ + 6Fe^{2+}_{(aq)} = 2Cr^{3+}{}_{(aq)} + 7\ H_2O + 6\ Fe^{3+}_{(aq)}$							
الحالات	التقدم	كميات المادة mol						
الحالة البدئية	0	0		0		n_0'		n_0
أثناء التحول	x	6x		2x		$n_0' - x$		$n_0 - x$
حالة النهائية	x_{max}	$6x_{max}$		$2x_{max}$		$n_0' - 6x_{max}$		$n_0 - x_{max}$

علاقة التكافؤ لهذه المعايرة.

$$x_{max} = n_0(Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}) = \frac{n_0(Fe^{2+}_{(aq)})}{6}$$

0.5

6. التركيز المولي C_1 للمحلول (S_1).

$C_2V_2 = \frac{C_1V_1}{6}$ و منه $C_1 = 6C_2\frac{V_2}{V_1}$ ت. ع $C_1 = 6\times5\times10^{-2}\frac{14}{40} = 10.5\times10^{-2}\ mol/l$

تحديد قيمة m.

لدينا $C_1V_1 = \frac{m(FeSO_4)}{M(FeSO_4)}$ و منه $m(FeSO_4) = C_1V_1M(FeSO_4)$

ت. ع $m(FeSO_4) = 10.5\times10^{-2}\times0.040\times151.9 = 0.64\ g$

0.5

7- طريقة قياس المواصلة لتحديد C_1.

7- 1- الأنواع الكيميائية المتواجدة في محلول المعايرة.

SO_4^{2-}، Fe^{2+}، $Cr_2O_7^{2-}$ و Cr^{3+} و K^+

0.75

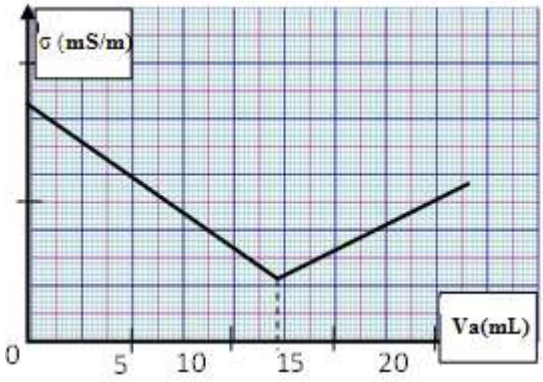
7- 2- تعبير موصلية المحلول بدلالة تراكيز و الموصلية الأيونية للأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول:

* قبل التكافؤ $\sigma = \lambda_{SO_2^{2-}}\times[SO_2^{2-}] + \lambda_{Fe^{2+}}\times[Fe^{2+}] + \lambda_{Fe^{2+}}\times[Fe^{2+}]$

* عند التكافؤ $\sigma = \lambda_{SO_2^{2-}} \times [SO_2^{2-}] + \lambda_{Fe^{2+}} \times [Fe^{2+}]$

* بعد التكافؤ $\sigma = \lambda_{SO_2^{2-}} \times [SO_2^{2-}] + \lambda_{Fe^{2+}} \times [Fe^{2+}] + \lambda_{Cr_2O_7^{2-}} \times [Cr_2O_7^{2-}]$

7- 3- المنحنى الذي يمثل موصلية المحلول بدلالة الحجم المضاف. — 0.5



منحى معاير Fe^{2+} ب $Cr_2O_7^{2+}{}_{(aq)}$

الفيزياء (13 نقطة)

التمرين الأول (5 نقط)

-1

1 -1- تعريف ما تحته خط.

* **الطاقات المتجددة :** هي الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن ان تنفذ الطاقة المستدامة ومصادر الطاقة المتجددة، تختلف جوهريا عن الوقود الأحفوري من بترول وفحم والغاز الطبيعي، أو الوقود النووي الذي يستخدم في المفاعلات النووية ولا تنشأ عن الطاقة المتجددة في العادة مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الانحباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري أو المخلفات الذرية الضارة الناتجة من مفاعلات القوي النووية. — 1

* **طاقة أولية :** هي شكل من اشكال الطاقة الموجودة في الطبيعة الذي لم تتعرض لأي عملية تحويل. و يمكن أن تكون متجددة، مثل الطاقة الشمسية و الطاقة المائية، أو غير متجددة ،مثل الوقود الأحفوري.

* **أعمدة كهرضوئية :** هي مستقبلات تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية لتشغيل بعض الأجهزة مثل الألات الحاسبة و بعض الأجهزة المستعملة في غلق أو فتح أبواب المتاجر أو البنايات تلقائيا.

* **المستقبلات الكهربائية: هي** كل مركبة كهربائية تتلقى طاقة كهربائية، وتقوم بتحويلها إلى شكل آخر (أو أشكال أخرى) من أشكال الطاقة. مثل المصباح و المكواة و المحلل الكهربائي و المحرك الكهربائي، بمختلف أنواعهم.

1 -2- مثال غير الأمثلة الواردة في النص لكل من: — 0.75

أ- طاقة متجددة : الطاقة الشمسية و الطاقة المائية.

ب- مولد : العمود

ج- مستقبل كهربائي : المحرك الكهربائي

-2

2- 1- حساب I_3

لدينا $R_2 \times I_2 = R_3 \times I_3$ و منه $I_3 = \frac{R_2}{R_3} \times I_2$ ت. ع $I_3 = 0.36\ A$ — 0.5

و حسب قانون العقد $I_1 = I_2 + I_3$ ت. ع $I_1 = 0.6\ A$

2- 2- العلاقة بين القدرة الكهربائية الكلية للمولد و القدرة الحرارية المبددة في الدارة. 0.5

$$EI_1 = rI_1^2 + R_{eq}I_1^2$$

حساب R_{eq}

$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$$ ت. ع $R_{eq} = 6 + 12 = 18\ \Omega$

و منه المقاومة الداخلية للمولد

$$r = \frac{E}{I_1} - R_{eq}$$ ت. ع $r = 2\ \Omega$

-3

3- 1- قيمة شدة التيار الكهربائي في الدارة. 0.25

حسب قانون بوييي نكتب $I_1' = \frac{E - E'}{r + r'}$ ت. ع $I_1' = 1\ A$

3- 2- الطاقة الكهربائية التي اكتسبها المحرك خلال مدة التشغيل. 0.25

$W_e = (E - r \times I_1') \times \Delta t$ ت. ع $W_e = 6\ kJ$

3- 3- الطاقة الميكانيكية التي منحها المحرك خلال نفس المدة. 0.25

$W_s = E' \times I_1' \times \Delta t$ ت. ع $W_s = 3.6\ kJ$

3- 4- مردود المحرك. 0.25

$$\rho = \frac{W_s}{W_e}$$ ت. ع $\rho = \frac{3.6}{6} = 60\%$

-4

4- 1- حساب شدة التيار الكهربائي ''I_1 الذي يزود به المولد الدارة. 0.5

لدينا $R_2 \times I_2'' = R_3 \times I_3''$ و منه $I_3'' = \frac{R_2}{R_3} \times I_2''$ ت. ع $I_3'' = 0.3\ A$

و حسب قانون العقد في A $I_0'' = I_2'' + I_3''$ ت. ع $I_0'' = 0.5\ A$

التوتر U_{PN} بين مربطي المولد

$U_{PN} = R_{eq} \times I_0'' = E - r \times I_1''$ أي أن $I_1'' = \frac{E - R_{eq} \times I_0''}{r}$

ت. ع $I_1'' = 0.5\ A$ 0.25

4- 2- شدة التيار الكهربائي الذي يجتاز المحرك.

$E - rI_1'' = E' + r'I_m''$ و منه $I_m'' = \frac{E - E' - rI_1''}{r'}$

ت. ع $I_m'' = 1.25\ A$

4- 3- الحصيلة الطاقية لهذا التركيب. 0.5

حسب قانون العقد في B لدينا $I_1'' = I_0'' + I_m''$ أي $U_{PN}I_1'' = U_{PN}I_0'' + U_{PN}I_m''$

أي $(E - rI_1'')I_1'' = R_{eq}I_0''^2 + (E' + r'I_m'')I_m''$

و منه فإن الطاقة تنحفض في الدارة الكهربائية

التمرين الثاني (8 نقطة)

الكهرباء

المرحلة الأولى:

0.5

1- القيمة التي تأخذها المقاومة R؟

$I_1 = \frac{E}{R+r}$ و منه $R = \frac{E}{I_1} - r$ ت. ع $R = \frac{24}{0.5\times10^{-3}} - 1.5\times10^{3} = 46.5\ k\Omega$

0.5

2- حساب القدرة المبدد بمفعول جول.

$P_{J1} = (R+r)I_1^2 = \frac{E^2}{R+r}$ ت. ع $P_{J1} = 12\times10^{-3}\ W$

المرحلة الثانية: نفتح K_1 و نغلق K_2.

0.5

1- أحسب شدة التيار I_2 المارة في الدارة.

$I_2 = \frac{E - E'}{r + r'}$ ت. ع $I_2 = 4\ mA$

0.5

2- أحسب القدرة المبددة بمفعول جول في الدارة.

$P_{J1} = (r + r')I_2^2$ ت. ع $P_{J1} = 48\times10^{-3}\ W$

0.5

3- أحسب مردود كل من المولد و المحرك، و كذا المردود الإجمالي للدارة.

مردود المحرك $\rho_m = \frac{E'}{E' + r'I_2}$ ت. ع $\rho_m = \frac{12}{12+6} = 0.67$

مردود المولد $\rho_G = 1 - \frac{r'I_2}{E}$ ت. ع $\rho_m = 0.5$

المردود الإجمالي للدارة $\rho = \frac{E'}{E}$ ت. ع $\rho_m = 0.5$

0.5

4- نمنع المحرك عن الدوران. أحسب القدرة المبددة بمفعول جول. ماذا تستنتج؟

* حساب شدة التيار I_2'

$I_2' = \frac{E}{r + r'}$ ت. ع $I_2' = \frac{24}{3\times10^{3}} = 8\ mA$

المرحلة الثالثة:

-1

حساب قيمة المقاومة R و شدة التيار الرئيسي I_3.

لدينا $I_3 = \frac{E}{r + \frac{r'\times R}{r'+R}}$

و $P_{j3} = (r + \frac{R\times r'}{R+r'})I_3^2 = \frac{E^2}{r + \frac{R\times r'}{R+r'}}$ أي $r + \frac{R\times r'}{R+r'} = \frac{E^2}{P_{j3}}$

و منه $R = \frac{r'(\frac{E^2}{P_{j3}} - r)}{r' - \frac{E^2}{P_{j3}} + r}$ أي $R = \frac{r'(\frac{E^2}{4.18\times Q} - r)}{r' - \frac{E^2}{4.18\times Q} + r}$ ت. ع $R = 7.7\ \Omega$

1

و $I_3 = \frac{E}{r + \frac{r'\times R}{r'+R}}$ ت.ع $I_3 = 8.7\ mA$

شدتي التيار المارين في المقاومة R و المحرك.

$E - r\times i_3 = Ri_{31}$ أي $i_{31} = \frac{E - ri_3}{R}$ ت.ع $i_{31} = 1.4\ mA$

$E - r\times i_3 = r'\times i_{32}$ أي $i_{32} = \frac{E - ri_3}{r'}$ ت.ع $i_{31} = 7.7\ mA$

نلاحظ أن $i_2 = i_{31} + i_{32}$

الكهرباء

-2

أ- دور المقاومة القابلة للضبط في الدارة هو التحكم في الطاقة الممنوحة للمحرك و بالتالي سرعة دورانه. 0.5

ب- شدة التيار الرئيسي I_4.

$$E - rI_4 = Ri_{41} = E' + r'i_{42}$$

$$I_4 = i_{41} + i_{42}$$

ت. ع $\begin{cases} i_{41} = 3.117\times 10^{-3} - 0.2\, i_4 \\ i_{42} = 0.008 - i_4 \end{cases}$

و منه $i_4 = 5\ mA$

شدتي التيار المارين في المقاومة R و المحرك.

0.5 $\begin{cases} i_{41} = 2\ mA \\ i_{42} = 3\ mA \end{cases}$

ج- الحصيلة الطاقية لهذا التركيب.

حسب قانون العقد في A لدينا:

0.5

$$I_4 = i_{41} + i_{42}$$

$$U_{AB}\times I_4 = U_{AB}\times i_{41} + U_{AB}\times i_{42}$$

يعني $(E - r\times i_4)\times I_4 = Ri_{41}^2 = (E' - r'\times i_{42})\times i_{42}$

و بالتالي القدرة الممنوحة من طرف المولد هي مجموع القدرات المكتسبة من طرف المقاومة R و المحرك.

المرحلة الرابعة:

1- أنواع الطاقة التي تتحول لها الطاقة الكهربائية في هذه الدارة.

0.5	* في المقاومة R تتحول الطاقة المكتسبة إلى طاقة حرارية. * في المحرك M تتحول الطاقة المكتسبة إلى طاقة ميكانيكية. * في المحلل تتحول الطاقة المكتسبة إلى طاقة كيميائية.	
1	2- شدات التيار المارة في كل من المقاومة و المحرك و الملل الكهربائي. $E - r\times i_5 = Ri_{51}^2 = E' - r'\times i_{52} = E'' - r''\times i_{53}$ $I_5 = i_{51} + i_{52} + i_{53}$ $\begin{cases} i_{51} = \dfrac{E - r\,i_5}{R} = 3\times10^{-3} - 0.2\,i_5 \\ i_{52} = \dfrac{E - E' - r\,i_5}{r'} = 0.008 - i_5 \\ i_{53}\dfrac{E - E'' - r\,i_5}{r''} = 0.008 - i_5 \end{cases}$ و منه و بالتالي نجد $I_5 = 0.6\ mA$ و $i_{51} = 1.8\ mA$ و $i_{52} = 2\ mA$ و $i_{53} = 2\ mA$	
1	3- الحصيلة الطاقية لهذا التركيب. ثم تحقق من انحفاظ الطاقة. لدينا $I_5 = i_{51} + i_{52} + i_{53}$ أي $U_{AB}\times I_5 = U_{AB}\times i_{51} + U_{AB}\times i_{52} + U_{AB}\times i_{53}$ أي $(E - i\times I_5)I_5 = R\times i_{51}^2 + (E' - r'\times i_{52})i_{52} + (E'' - r''\times i_{53})\times i_{53}$ و بالتالي مبدأ الانحفاظ يتحقق.	