Abbes Laghrour Khenchela University
Faculty of S & T, Department of S & T, 2024/2025
First-year engineering student

Module: Electricity and Magnetism

Final Exam

Exercise 1: (13 pts)

Answer with True or False (and correct the statement if it is false):

1) Electrostatics studies moving point charges.
2) The unit of the electric field is V·m.
3) The unit of the Coulomb force is $N \cdot C^{-1}$.
4) Electrostatic interaction can be repulsive.
5) Electrostatic interaction can be attractive.
6) The force **F** acting on a particle of charge **q** placed at a point **A** in an electrostatic field is related to the field **E** by the relation: $\vec{E} = q\vec{F}$
7) In an electric dipole, the direction of the electric field goes from the positive charge (+) to the negative charge (−).
8) The displacement vector in cylindrical coordinates is: $\vec{dl} = dr\vec{u_r} + d\theta\vec{u_\theta} + dz\vec{k}$

Choose or circle the correct answer:

9) The force between two like charges q_1 and q_2 **is:**

a) Repulsive if: $q_1 \times q_2 > 0$ b) Zero if the distance between q_1 and q_2 is zero c) Attractive if $q_1 \times q_2 < 0$

10) What is an equipotential surface?

a) A surface where the electric field is zero everywhere. b) A surface where the electric potential is constant.
c) A surface where charges can move freely. d) A surface where the electric potential increases linearly.

11) Which of the following is the correct expression for the scalar Laplacian :

a) $\nabla f = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z}$ b) $\nabla \cdot f = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z}$ c) $\Delta f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}$ d) $\nabla \times f = 0$

12) Green-Ostrogradsky Theorem:

a) $\oiint \vec{A}.\vec{dS} = \iint \overrightarrow{rot}\vec{A}.d\vec{S}$ b) $\oiint \vec{A}.\vec{dS} = \iiint \overrightarrow{grad}\vec{A}.dV$ c) $\oiint \vec{A}.\vec{dS} = \iiint div\vec{A}.dV$

13) The electric dipole moment is defined as:

a) $\vec{p} = q \cdot \vec{d}$ b) $\vec{p} = \varepsilon_0 \cdot \vec{E}$ c) $\vec{p} = q \cdot \vec{r}^2$ d) $\vec{p} = \frac{q}{\vec{d}}$

Exercise 2: (3 pts) Calculate the following quantities:

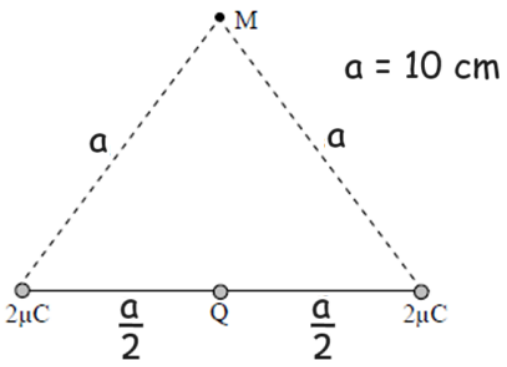
$f(x,y,z) = 3xyz^3 - 2y$ $\quad \vec{A} = r.z\vec{u_r} + r.cos\theta\vec{u_\theta} + r.z^2\vec{u_z}$ $\quad \vec{B} = r\vec{u_r} + r.cos\theta.sin\varphi\vec{u_\theta} + r.cos\varphi\vec{u_\varphi}$

$gradf =$ ..... $\quad div\vec{A} =$ .....

$\overrightarrow{rot}\vec{B} =$ .....

Exercise 3: (4 pts) Three point charges are aligned as shown in the figure.

1. Calculi the result Force at the charge Q ?
2. Calculate the value of charge Q so that the resulting electric field at point M is zero.
3. Calculate the electric potential at point M.



K= 8,987 × 10^9 N m^2 C^{-2}

التمرين1 : ***أجب بـ "صحيح" أو "خطأ" (وصحح العبارة إن كانت خاطئة):***

1. تدرس الكهروستاتيكية الشحنات النقطية المتحركة.
2. وحدة المجال الكهربائي هي :
3. وحدة قوة كولوم هي :
4. يمكن أن يكون التفاعل الكهروستاتيكي تنافريًا.
5. يمكن أن يكون التفاعل الكهروستاتيكي تجاذبيًا.
6. القوة **F** التي تؤثر على جسم يحمل شحنة **q** موضوع في نقطة **A** داخل مجال كهربائي تعطى بالعلاقة:
7. في ثنائي القطب الكهربائي، يتجه المجال الكهربائي من الشحنة الموجبة (+) إلى السالبة.(−)
8. متجه الشعاع في الإحداثيات الأسطوانية هو:
9. ------
10. .ما هو السطح متساوي الجهد؟

أ) سطح يكون فيه المجال الكهربائي منعدمًا في كل نقطة. ب) سطح يكون فيه الجهد الكهربائي ثابتًا.

ج) سطح يمكن للشحنات أن تتحرك فيه بحرية. د) سطح يزداد فيه الجهد الكهربائي بشكل خطي.

11. أي مما يلي هو التعبير الصحيح (لابلاسيان) للدالة $f(x,y,z)$ في الإحداثيات الكارتيزية؟ هي :
12. نظرية جرين-أوستروجرادسكي هي :
13. يُعرَّف العزم الكهربائي في ثنائي القطب كما يلي:

التمرين2 احسب القيم التالية:

.....

التمرين 3: ثلاث شحنات نقطية مصطفة كما في الشكل.

1. احسب محصلة القوة عند الشحنة Q؟
2. احسب قيمة الشحنة Q بحيث يكون المجال الكهربائي في النقطة M منعدمًا.
3. احسب الجهد الكهربائي عند النقطة M

Final Exam – Prototype

First-Year Engineering – Field Theory
Academic Year: 2024/2025
University: Abbes Laghrour Khenchela

Exercise 1: (13 pts):

* Answer with True or False (and correct the statement if false):

1. **False** – Electrostatics studies stationary (non-moving) point charges (I=0). (0.5 – 0.5)
2. **False** – The unit of the electric field is V/m, **not** V·m.
3. **False** – The unit of the Coulomb force is N, **not** $N \cdot C^{-1}$.
4. **True** (1)
5. **True**
6. **True**
7. **False** – Field direction is correct, but the dipole moment vector points from −q to +q.
8. **False** – The correct form is: $\overrightarrow{dl} = dr\overrightarrow{u_r} + rd\theta\overrightarrow{u_\theta} + dz\vec{k}$

***** Choose or circle the correct answer:

9. **The** force between two like charges q1 and q2 is: → a) Repulsive if: $q_1 \times q_2 > 0$
10. What is an equipotential surface? → b) A surface where the electric potential is constant.
11. Which of the following is the correct scalar Laplacian in Cartesian coordinates?
    → c) $\Delta f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}$
12. Green–Ostrogradsky Theorem: → **c)** $\oint\!\!\oint \vec{A}.\overrightarrow{dS} = \oiint\!\!\oiint div\vec{A}.dV$
13. The electric dipole moment is defined as: → a) $\mathbf{p} = q \cdot \mathbf{d}$

Exercise 2: (3 pts)

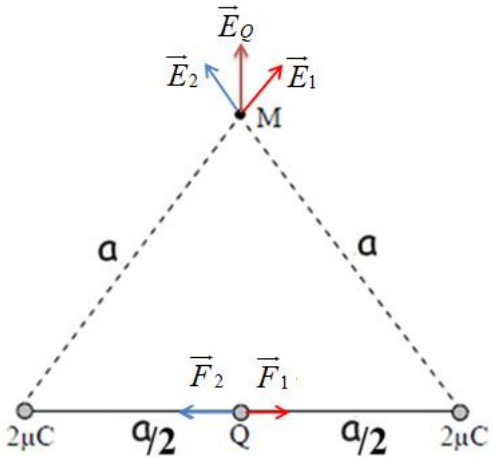
Example calculations:

$$gradf = 3yz^3\vec{i} + (3xz^3 - 2)\vec{j} + 6xyz^2\vec{k} \quad (1)$$

$$\vec{A} = z - \sin\theta + 2r.z \quad (1)$$

$$\text{rot}\vec{B} = -ctg\theta.cos\varphi\overrightarrow{u_r} - cos\varphi\overrightarrow{u_\theta} + cos\theta sin\varphi\overrightarrow{u_\varphi} \quad (1)$$

Exercise 3: (4,5 pts)



(0,5)

1) $\vec{F}_{(Q)} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow |F_1| = |F_2| (\vec{F}_1 = -\vec{F}_2)$ (1)

2) $\vec{E}_{(M)} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_Q$

$$\begin{cases} \vec{E}_1 = \dfrac{K|q_1|}{r_1^2}\vec{u}_1 \\ \vec{E}_2 = -\dfrac{K|q_2|}{r_2^2}\vec{u}_2 \\ \vec{E}_Q = \dfrac{K|Q|}{r_Q^2}\vec{u}_Q \end{cases} \qquad \begin{cases} \vec{u}_1 = \sin\alpha\vec{i} + \cos\alpha\vec{j} \\ \vec{u}_2 = \sin\alpha\vec{i} - \cos\alpha\vec{j} \\ \vec{u}_Q = \vec{j} \end{cases} \qquad \begin{cases} r_Q = \sqrt{a^2 - \left(\dfrac{a}{2}\right)^2} = \dfrac{1}{2}a \\ r_1 = r_2 = a \\ q_1 = q_2 \end{cases}$$

$$\vec{E}_{(M)} = \frac{K|q_1|}{r_1^2}(\vec{u}_1 - \vec{u}_2) + \frac{K|Q|}{r_Q^2}\vec{u}_Q = \frac{K}{a^2}(2q_1\cos\alpha + 4Q)\vec{j}$$

$$\cos\theta = \frac{\frac{1}{2}a}{a} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60°$$

$$\vec{E}_{(M)} = 0 \Rightarrow \frac{K}{a^2}(q_1 + 4Q) = 0$$

$$\Rightarrow Q = -\frac{q_1}{4} = -\frac{1}{2}\mu C$$

(2)

3) $V_{(M)} = V_1 + V_2 + V_3 = \dfrac{Kq_1}{r_1} + \dfrac{Kq_2}{r_2} + \dfrac{KQ}{r_Q}$

$$V_{(M)} = 2\frac{Kq_1}{r_1} + \frac{KQ}{r_Q} = 2\frac{Kq_1}{a}(q_1 + Q)$$ (1)