**دولة إسرائيل**
**وزارة التّربية والتّعليم**

# قوانين ومعطيات في الفيزياء

ملحق لجميع امتحانات البجروت بمستوى 5 وحدات تعليميّة

## الـفـهـرس


| قوانين | صفحة | معطيات | صفحة |
|---|---|---|---|
| الميكانيكا | 2 | ثوابت أساسيّة | 6 |
| الكهرُمغناطيسيّة | 3 | دلالة اختصارات الوحدات | 7 |
| الأشعّة والمادّة | 5 | العلاقات بين الوحدات | 7 |
| فعاليّات مختبريّة | 6 | قوانين رياضيّة | 7 |
| | | معطيات عن الشمس والقمر | 8 |
| | | معطيات تتعلّق بالكواكب السيّارة | 8 |
| | | كُتَل بعض الجسيمات والذرّات | 8 |

# الميكانيكا

## الكينماتيكا – الحركة على امتداد خطّ مستقيم

السرعة اللحظيّة $v = \frac{dx}{dt}$

التسارع اللحظيّ $a = \frac{dv}{dt}$

الحركة بتسارع ثابت

$v = v_0 + at$

$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

$x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2}t$

$v^2 = v_0^{\,2} + 2a(x - x_0)$

سرعة B بالنسبة لِـ A

$v_{B,A} = v_B - v_A$

## الديناميكا

الوزن $w = mg$

قانون هوك ( مقدار القوّة المرنة ) $F = k\,\Delta\ell$

مقدار قوّة الاحتكاك

الساكن $f_s \le \mu_s N$

الحركيّ $f_k = \mu_k N$

القانون الثاني لنيوتن $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

كثافة المادّة $\rho = \frac{m}{V}$

## الشغل والطاقة والقدرة

الشغل المنفَّذ على جسم يتحرّك على امتداد المحور x بواسطة قوّة F ثابتة باتّجاهها

$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x\,dx$

شغل القوّة الثابتة بمقدارها وباتّجاهها عندما

$W = F_x \Delta x = F\cos\theta\,\Delta s \quad ، \quad \Delta s = |\Delta x|$

الطاقة الحركيّة $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

طاقة الثقل الوضعيّة ( حقل متجانس )

$U_G = mgh \qquad (U_G\,(h = 0) = 0)$

طاقة المرونة الوضعيّة

$U_{sp} = \frac{1}{2}k(\Delta\ell)^2$ ( في وضع الارتخاء $U_{sp} = 0$ )

نظريّة الشغل – الطاقة $W_{\text{كلّي}} = \Delta E_k$

شغل محصّلة القوى غير الحافظة

( E – الطاقة الميكانيكيّة الكلّيّة )

$W_{\text{غير الحافظة}} = \Delta E$

القدرة المتوسّطة $\overline{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

## الدفع وكمّيّة الحركة

دفع القوّة المتغيّرة $\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$

دفع القوّة الثابتة $\vec{J} = \vec{F}\,\Delta t$

كمّيّة الحركة $\vec{p} = m\vec{v}$

قانون الدفع – كمّيّة الحركة $\vec{J}_{\text{كلّي}} = \Delta\vec{p}$

حفظ كمّيّة الحركة

$m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B = m_A\vec{u}_A + m_B\vec{u}_B$

في اصطدام مرن أحاديّ الأبعاد

$\vec{v}_A - \vec{v}_B = -(\vec{u}_A - \vec{u}_B)$

## نموذج الغاز المثاليّ

الطاقة الحركيّة المتوسّطة لجزيء غاز مثاليّ $\overline{E}_k = \frac{3}{2}kT$

معادلة الوضع للغاز المثاليّ $pV = NkT$

القانون الأوّل للثيرموديناميكا
$\Delta U = Q + W$

## الحركات الدوريّة

$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

## الحركة الدائريّة

السرعة الزاويّة المتوسّطة $\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

التسارع المركزيّ ( الراديالّي )

$a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

العلاقة بين السرعة الخطّيّة والسرعة الزاويّة
$v = \omega r$

## الحركة التوافقيّة البسيطة

معادلة الحركة $-cx = ma$

$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$

معادلة المكان – الزمن $x = A\cos(\omega t + \phi)$

السرعة $v = -\omega A\sin(\omega t + \phi)$

$v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

التسارع $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \phi)$

$a = -\omega^2 x$

زمن الدورة $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c}}$

البندول البسيط ( الرياضيّ ) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

## الجاذبيّة

القانون الثالث لكبلر $\left(\frac{\bar{r}_1}{\bar{r}_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$

مقدار قوّة الجاذبيّة $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$

طاقة الثقل الوضعيّة
$U_G = -\frac{GMm}{r}$ $(U_G(r\to\infty) = 0)$

طاقة القمر الاصطناعيّ في مسار دائريّ

الحركيّة $E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$

الكلّيّة $E = -\frac{GMm}{2r}$

تحويل حقل الجاذبيّة
$\vec{g}_B = \vec{g}_A - \vec{a}_{B,A}$

# الكهرُمغناطيسيّة

## الكهرباء الساكنة

قانون كولون ( في الفراغ ) $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$

$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot 10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$

الحقل الكهربائيّ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

مقدار الحقل الكهربائيّ حول شحنة نُقَطيّة
$E = k\frac{q}{r^2}$

مقدار الحقل الكهربائيّ الذي يُكوِّنه لوح مشحون $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$
$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

الجهد الكهربائيّ حول شحنة نُقَطيّة
$V = k\frac{q}{r}$ $(V(r\to\infty) = 0)$

الطاقة الكهربائيّة الوضعيّة لشحنة نُقَطيّة
$U_E = qV$ $(U_E(r\to\infty) = 0)$

طاقة الموصِل المشحون $U = \frac{1}{2}QV$

تعريف السّعة $C = \frac{Q}{V}$

سعة مكثّف الألواح $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$

فرق الجهد الكهربائيّ
$V_{AB} = V_A - V_B \quad (\Delta V = V_B - V_A)$

مقدار الحقل الكهربائيّ بين لوحَي المكثّف $E = \frac{V_{AB}}{d}$

طاقة المكثّف المشحون $U = \frac{1}{2} C V_{AB}^2$

محصّلة السّعات
لمكثّفات موصولة على التوالي $\frac{1}{C_T} = \sum \frac{1}{C_i}$
لمكثّفات موصولة على التوازي $C_T = \Sigma C_i$

## التيّار الكهربائيّ

التيّار اللحظيّ $i = \frac{dq}{dt}$

قانون أوم $V_{AB} = RI$

مقاوَمة السلك $R = \rho \frac{\ell}{A}$

محصّلة المقاوَمات
لمقاوِمات موصولة على التوالي $R_T = \Sigma R_i$
لمقاوِمات موصولة على التوازي $\frac{1}{R_T} = \sum \frac{1}{R_i}$

شغل التيّار الكهربائيّ $W_{A \to B} = V_{AB} I t$

القدرة الكهربائيّة $P = V_{AB} I$

فرق جهد القطبين $V_{AB} = \varepsilon - rI$

قوانين كيرخهوف $\Sigma I = 0 \qquad \Sigma \varepsilon = \Sigma IR$

فرق الجهد بين نقطتين في الدائرة الكهربائيّة
$V_{AB} = \Sigma IR - \Sigma \varepsilon$

التيّار اللحظيّ في شَحْن المكثّف أو في تفريغه $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

فرق الجهد اللحظيّ في شحْن المكثّف $V_C(t) = \varepsilon (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

فرق الجهد اللحظيّ في تفريغ المكثّف
$V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

## الحقل المغناطيسيّ

مقدار القوّة التي تؤثّر على الشحنة في الحقل المغناطيسيّ $F = qvB \sin\alpha$

مقدار القوّة التي تؤثّر على سلك يحمل تيّارًا في الحقل المغناطيسيّ $F = I\ell B \sin\alpha$

مقدار القوّة لوحدة طول بين سلكين طويلين متوازيين
$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{d}$
$\frac{\mu_0}{2\pi} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

مقدار الحقل المغناطيسيّ
حول سلك مستقيم وطويل $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

في مركز ملفّ دائريّ دقيق ( نصف قطره R وعدد لفّاته N ) $B = \mu_0 \frac{NI}{2R}$

داخل ملفّ حلزونيّ طويل ( طوله L وعدد لفّاته N ) $B = \mu_0 \frac{NI}{L}$

## القوّة الدافعة الكهربائيّة المستحثّة ( ق.د.ك. مستحثّة )

التدفّق المغناطيسيّ عبر سطح $\phi_B = BA\cos\alpha$
$\alpha$ – الزاوية بين الحقل والعمود على السطح

ق.د.ك. مستحثّة $\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt}$

ق.د.ك. مستحثّة في السلك الموصِل $\varepsilon = v\ell_\perp B_\perp$
$\ell_\perp$ – مسقط السلك على الاتّجاه المعامد للسرعة
$B_\perp$ – مركِّب الحقل المغناطيسيّ باتّجاه معامد لمستوى الحركة

ق.د.ك. مستحثّة في المولِّد
$\varepsilon = -NBA\omega \sin(\omega t)$

المحوِّل المثاليّ $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2}$

# الأشعّة والمادّة

## البصريّات الهندسيّة

قانون سنيل $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

قانون العدسات $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

التكبير الخطّيّ $m = \frac{H_i}{H_o} = \frac{|v|}{|u|}$

شدّة العدسة $C = \frac{1}{f}$

## الأمواج الميكانيكيّة والكهرُمغناطيسيّة

سرعة الموجة الدوريّة $v = \lambda f$

قانون الانكسار $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$

موجة متوقّفة في وتر طرفاه مربوطان

$\ell = n\frac{\lambda}{2}$

خطوط النهاية العظمى الرئيسيّة في تداخل من مصدرين ( وأكثر ) متساويَي الطَّوَر

$\sin\theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n\frac{\lambda}{d}$

خطوط النهاية الصغرى في تداخل من مصدرين متساويَي الطَّوَر

$\sin\theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n - \frac{1}{2})\frac{\lambda}{d}$

قانون يانج $\frac{\Delta X}{L} = \frac{\lambda}{d}$

خطوط النهاية العظمى في تداخل في محزوز حيود $\sin\theta_n = n\frac{\lambda}{d} = nN^*\lambda$

خطوط العقدة في حيود في شقّ وحيد

$\sin\theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n\frac{\lambda}{w}$

طاقة الفوتون $E_{ph} = hf$

$E(eV) = \frac{12400}{\lambda(Å)} = \frac{1240}{\lambda(nm)}$

الظاهرة الكهرُضوئيّة $E_{ph} = E_k + B$

## الذرّة والنواة

فرضيّات بوهر ( بور ) $m_e v_n r_n = n\frac{h}{2\pi}$

$E_{ph} = |E_f - E_i|$

مستويات الطاقة في ذرّة الهيدروجين

$E_n = -\frac{R^*}{n^2} \qquad (U_\infty = 0)$

$R^* = \frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{h^2} = \frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} = 13.6\ eV$

أنصاف أقطار المسارات المسموح بها للإلكترون في ذرّة الهيدروجين

$r_n = r_1 n^2$

$r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2} = 0.529\ Å$

قانون دي – بروي $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$

مبدأ الريبة ( عدم اليقين ) $\Delta x \Delta p \geqslant \frac{h}{4\pi}$

تكافؤ الكتلة – الطاقة $\Delta E = \Delta m c^2$

$\Delta E(MeV) = \Delta m(u) \cdot 931.494\ \frac{MeV}{u}$

اضمحلال المصدر الإشعاعيّ

$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$ — $\lambda$ ثابت الاضمحلال

$N = N_0 e^{-\lambda t}$

نشاط المصدر الإشعاعيّ $R = \lambda N$

زمن نصف الحياة $T_{1/2} = \frac{\ell n 2}{\lambda}$

# فعاليّات مختبريّة

التقريب المعياريّ لأويلر:

$$x_{n+1} \approx x_n + v_n \Delta t$$
$$v_{n+1} \approx v_n + a_n \Delta t$$

تقريب تيلور من الرتبة الثانية:

$$x_{n+1} \approx x_n + v_n \Delta t + \frac{1}{2} a_n \Delta t^2$$
$$v_{n+1} \approx v_n + \frac{1}{2}(a_n + a_{n+1}) \Delta t$$

# ثوابت أساسيّة

( قيَم الثوابت مسجّلة بدقّة تقلّ عن الدقّة التجريبيّة المعروفة، وهي معدّة لامتحانات البجروت. )

| اسم الثابت | الرمز | الوحدات | القيمة |
|---|---|---|---|
| ثابت الجاذبيّة | G | $N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$ | $6.67 \cdot 10^{-11}$ |
| المعامِل في قانون كولون | k | $N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$ | $9 \cdot 10^9$ |
| سرعة الضوء في الفراغ | c | $m \cdot s^{-1}$ | $3 \cdot 10^8$ |
| النفاذيّة في الفراغ | $\mu_0$ | $H \cdot m^{-1}$ | $1.257 \cdot 10^{-6}$ |
| العازليّة في الفراغ | $\varepsilon_0$ | $F \cdot m^{-1}$ | $8.85 \cdot 10^{-12}$ |
| الشحنة الكهربائيّة الأساسيّة | e | C | $1.60 \cdot 10^{-19}$ |
| ثابت بلانك | h | $J \cdot s$<br>$eV \cdot s$ | $6.63 \cdot 10^{-34}$<br>$4.14 \cdot 10^{-15}$ |
| كتلة الإلكترون | $m_e$ | kg | $9.11 \cdot 10^{-31}$ |
| كتلة البروتون | $m_p$ | kg | $1.67 \cdot 10^{-27}$ |
| كتلة النيوترون | $m_n$ | kg | $1.67 \cdot 10^{-27}$ |
| ثابت بولتسمان | k | $J \cdot K^{-1}$ | $1.38 \cdot 10^{-23}$ |
| ثابت أڤوچادرو | $N_A$ | $mol^{-1}$ | $6.02 \cdot 10^{23}$ |

# دلالة اختصارات الوحدات

| الرمز | الوحدة |
|---|---|
| m | متر |
| Å | أنچستروم |
| kg | كيلوغرام |
| g | غرام |
| u | وحدة الكتلة الذرّيّة |
| s | ثانية |
| h | ساعة |
| N | نيوتن |

| الرمز | الوحدة |
|---|---|
| J | جول |
| eV | إلكترون ڤولط |
| MeV | مليون إلكترون ڤولط |
| W | واط |
| mol | مول |
| °C | درجة مئويّة |
| K | كلڤن |
| C | كولون |

| الرمز | الوحدة |
|---|---|
| F | فرادي |
| A | أمپير |
| Ω | أوم |
| V | ڤولط |
| T | تسله |
| H | هنري |
| Hz | هيرتس |
| Pa | پاسكال |

# العلاقات بين الوحدات

الطول

$1\text{Å} = 10^{-10}\ \text{m}$

$1\ \text{nm} = 10^{-9}\ \text{m}$

الكتلة

$1\text{u} = 931.494\frac{\text{MeV}}{\text{c}^2} = 1.66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$

كمّيّة الحركة

$1\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1.87 \cdot 10^{21}\frac{\text{MeV}}{\text{c}}$

الطاقة

$1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{J}$

الضغط

$1 = 1.01 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ أتموسفيرا

التحويل من كلڤن إلى درجات مئويّة

$t_C = T_K - 273$

# قوانين رياضيّة

| | | | |
|---|---|---|---|
| محيط الدائرة | $2\pi R$ | حجم الكرة | $\frac{4}{3}\pi R^3$ |
| مساحة الدائرة | $\pi R^2$ | للزوايا الصغيرة | $\sin\theta \approx \text{tg}\,\theta$ |
| مساحة السطح الخارجيّ للكرة | $4\pi R^2$ | للزوايا الصغيرة بالراديانات | $\sin\theta \approx \theta$ |

## معطيات عن الشمس والقمر

| | الكتلة (kg) | نصف القطر (m) | معدّل أنصاف أقطار المسارات حول الكرة الأرضيّة (m) | زمن الدورة ( أيّام ) |
|---|---|---|---|---|
| الشمس | $1.99 \cdot 10^{30}$ | $6.96 \cdot 10^{8}$ | ------ | ------ |
| القمر | $7.35 \cdot 10^{22}$ | $1.74 \cdot 10^{6}$ | $3.84 \cdot 10^{8}$ | 27.3 |

## معطيات تتعلّق بالكواكب السيّارة

| الكوكب السيّار | الكتلة ($10^{24}$ kg) | نصف القطر ($10^{6}$ m) | معدّل أنصاف أقطار المسارات ($10^{6}$ km) | زمن الدورة ( سنوات ) |
|---|---|---|---|---|
| عطارد (Mercury) | 0.330 | 2.44 | 57.9 | 0.2408 |
| الزهرة (Venus) | 4.869 | 6.05 | 108.2 | 0.6152 |
| الأرض (Earth) | 5.974 | 6.38 | 149.6 | 1.00 |
| المرّيخ (Mars) | 0.642 | 3.40 | 227.9 | 1.881 |
| المشتري (Jupiter) | 1899.1 | 71.4 | 778.3 | 11.86 |
| زُحَل (Saturn) | 568.6 | 60.0 | 1427.0 | 29.46 |
| أورانوس (Uranus) | 86.98 | 26.1 | 2871.0 | 84.01 |
| نبتون (Neptun) | 103 | 24.3 | 4497.1 | 164.8 |

## كُتَل بعض الجسيمات والذرّات

| الجسيم | الكتلة بوحدات u | الكتلة بوحدات $\frac{MeV}{c^2}$ |
|---|---|---|
| الإلكترون | 0.000549 | 0.511 |
| البروتون | 1.007276 | 938.272 |
| النيوترون | 1.008665 | 939.566 |

| الذرّة | الكتلة بوحدات u |
|---|---|
| الهيدروجين $^{1}H$ | 1.007825 |
| الديوترون $^{2}H$ | 2.014101 |
| الهيليوم $^{4}He$ | 4.00260 |
| الليثيوم $^{7}Li$ | 7.01601 |
| الكربون $^{12}C$ | 12.00000 |