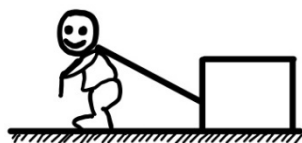


# 2018年普通高等学校全国统一考试 理科综合能力测试(物理部分)

## 答案+解析

二、选择题：本题有8小题，每小题6分，共48分。在每小题给出的四个选项中，第14~18题仅有一项符合题目要求，第19~21题有多项符合题目要求。全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错得0分。

14.如图，某同学用绳子拉动木箱，使它从静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度，木箱具有的动能一定



- A. 小于拉力所做的功
- B. 等于拉力所做的功
- C. 等于克服摩擦力所做的功
- D. 大于克服摩擦力所做的功

【答案】A

【解析】由动能定理：

$$W_F + W_f = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$W_F = \frac{1}{2}mv^2 + (-W_f)$$

由于摩擦力做负功，故拉力所做的功一定小于物体的末动能

$$-W_f = W_F - \frac{1}{2}mv^2$$

克服摩擦力所做的功一定小于拉力所做的功

【考点】动能定理

15.高空坠物极易对行人造成伤害，若一个50g的鸡蛋从一居民楼的25层坠下，与地面的碰撞时间约为2ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为

- A. 10N
- B.  $10^2$ N
- C.  $10^3$ N
- D.  $10^4$ N

【答案】C

【解析】每层楼高约3m，从25层坠下，所以下降高度  $H = 24 \times 3m = 72m$ ，由速度方差公式

$v^2 = 2gh$ 可知（亦可用动能定理求解），鸡蛋落地时的速度  $v = \sqrt{2gH} = 12\sqrt{10}m/s$ ，落地时应用动量定理可知  $(F - mg)t = mv$ ，计算可得  $F \approx 10^3 N$ ，故选 C。

【考点】自由落体；动量定理

16.2018年2月，我国500m口径射电望远镜（天眼）发现毫秒脉冲星“J0318+0253”，其自转周期  $T=5.19ms$ ，假设星体为质量均匀分布的球体，已知万有引力常量为  $6.67 \times 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$ ，以周期稳定自转的星体的密度最小值约为

- A.  $5 \times 10^9 kg/m^3$       B.  $5 \times 10^{12} kg/m^3$   
C.  $5 \times 10^{15} kg/m^3$       D.  $5 \times 10^{18} kg/m^3$

【答案】C

【解析】由万有引力提供向心力：

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$$

可得：

$$M = \frac{4\pi^2 R^3}{T^2}$$

球体的体积

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

由密度的计算公式

$$\rho = \frac{M}{V}$$

可知，代入数据可得

$$\rho = 5 \times 10^{15} kg/m^3$$

【考点】万有引力中密度的计算

17.用波长为300nm的光照射锌板，电子逸出锌板表面的最大初动能为  $1.28 \times 10^{-19} J$ 。已知普朗克常量为  $6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$ ，真空中的光速为  $3.00 \times 10^8 m \cdot s^{-1}$ 。能使锌产生光电效应的单色光的最低频率约为

- A.  $1 \times 10^{14} Hz$       B.  $8 \times 10^{14} Hz$       C.  $2 \times 10^{15} Hz$       D.  $8 \times 10^{15} Hz$

【答案】B

**【解析】**

光子的能量为：

$$E = h\frac{c}{\lambda}$$

根据爱因斯坦光电效应方程可知光电子的最大初动能为：

$$E_k = h\frac{c}{\lambda} - W$$

能使锌产生光电效应的单色光的频率最低时

$$E_1 = W = h\nu$$

联立以上三式带入数据得

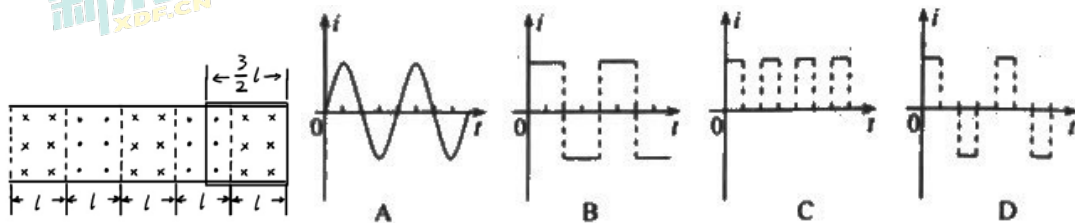
$$\nu = 8 \times 10^{14} \text{Hz}$$

**【考点】** 光电效应

18.如图，在同一水平面内有两根平行长导轨，导轨间存在依次相邻的矩形匀强磁场区域，区域宽度为 $l$ ，

磁感应强度大小相等、方向交替向上向下。一边长为 $\frac{3}{2}l$ 的正方形金属线框在导轨上向左匀速运动。线框

中感应电流*i*随时间*t*变化的正确凸显可能是( )



**【答案】** D

**【解析】**从图示位置开始运动，根据右手定则可知，金属边框左右两边产生的电动势方向都沿顺时针，

电流顺时针；经过 $\frac{1}{2}l$ 之后，金属框左边感应电动势逆时针、右边顺时针，则相互抵消，电流为0；再经

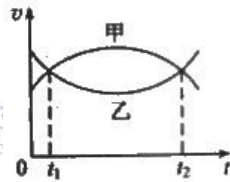
过 $\frac{1}{2}l$ ，金属框左、右两边感应电动势都逆时针，电流逆时针；再经过 $\frac{1}{2}l$ ，金属框左边感应电动势顺时针、

右边逆时针，电流为0……由于运动过程中金属框速度恒定不变，所以产生感应电流的时间电流大小相

同。故选 D。

【考点】右手定则

19、甲、乙两汽车在同一条平直公路上同向运动，其速度—时间图像分别如图中甲、乙两条曲线所示，已知两车在 $t_2$ 时刻并排行驶，下列说法正确的是：( )



- A. 两车在 $t_1$ 时刻也并排行驶
- B. 在 $t_1$ 时刻甲车在后，乙车在前
- C. 甲车的加速度大小先增加后减小
- D. 乙车的加速度大小先减小后增大

【答案】BD

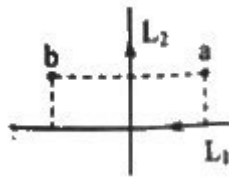
【解析】 $t_2$ 时刻甲、乙两车并排，即两车相遇，从 $t_1$ 时刻到 $t_2$ 时刻，甲车的位移（凸曲线与坐标轴围成的面积）大于乙车的位移（凹曲线与坐标轴围成的面积），所以， $t_1$ 时刻甲车在后，乙车在前，A 错，B 对；甲车的加速度（ $v-t$ 图像的斜率）由正向最大逐渐减小到零，再反向增大到最大，其加速度的大小先减小后增大，C 错；乙车的加速度（ $v-t$ 图像的斜率）由负向最大逐渐减小到零，再正向增大到最大，其加速度大小先减小后增大。

【考点】 $v-t$ 图像；

20.如图，纸面内有两互相垂直的长直绝缘导线 $L_1$ 、 $L_2$ ， $L_1$ 中的电流方向向左， $L_2$ 中的电流方向向上； $L_1$ 的正上方有 $a$ 、 $b$ 两点，他们相对于 $L_2$ 对称，整个系统处于匀强磁场中，外磁场的磁感应强度大小为 $B_0$ ，

方向垂直于直面向外。已知 $a$ 、 $b$ 两点的磁感应强度大小分别为 $\frac{1}{3}B_0$ 和 $\frac{1}{2}B_0$ ，方向也垂直于纸面向外。

则( )



- A. 流经 $L_1$ 的电流在 $b$ 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{7}{12}B_0$
- B. 流经 $L_1$ 的电流在 $a$ 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{1}{12}B_0$
- C. 流经 $L_2$ 的电流在 $b$ 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{1}{12}B_0$
- D. 流经 $L_2$ 的电流在 $a$ 点产生的磁感应强度大小为 $\frac{7}{12}B_0$

【答案】A、C

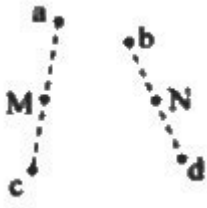
【解析】因为 $a$ 、 $b$ 两点相对于 $L_2$ 对称，所以 $L_1$ 在 $a$ 点与 $b$ 点产生的感应磁场相同， $L_2$ 在 $a$ 点与 $b$ 点产生的感应磁场也相同，由右手螺旋定则判断 $L_1$ 在 $a$ 点与 $b$ 点产生的磁场的方向相同，垂直于直面向里； $L_2$ 在 $a$ 点产生的磁场方向向里， $b$ 点向外，同方向相加，方向相反则相减，设 $L_1$ 产生的磁场强度大小为 $E_1$ ， $L_2$ 产生的磁场强度大小为 $E_2$ ，结合题意可得：

$$E_1 + E_2 = \frac{1}{2}E_0, \quad E_1 - E_2 = \frac{2}{3}E_0;$$

$$\text{联立可得 } E_1 = \frac{7}{12}B_0, \quad E_2 = \frac{1}{12}B_0$$

【考点】磁场的叠加及右手螺旋定则

21.如图，同一平面内的 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 四点处于匀强电场中，电场方向与此平面平行， $M$ 为 $a$ 、 $c$ 连线的中点， $N$ 为 $b$ 、 $d$ 连线的中点。一电荷量为 $q(q > 0)$ 的粒子从 $a$ 点移动到 $b$ 点，其电势能较小 $W_1$ ；若该粒子从 $c$ 点移动到 $d$ 点，其电势能减小 $W_2$ ，下列说法正确的是（ ）



A. 此匀强电场的场强方向一定与  $a$ 、 $b$  两点连线平行

B. 若该粒子从  $M$  点移动到  $N$  点，则电场力做功一定为  $\frac{W_1 + W_2}{2}$

C. 若  $c$ 、 $d$  之间的距离为  $L$ ，则该电场的强度大小一定为  $\frac{W_2}{qL}$

D. 若  $W_1 = W_2$ ，则  $a$ 、 $M$  两点之间的电势差一定等于  $b$ 、 $N$  两点之间的电势差

【答案】B、D

【解析】根据正电子移动过程电势能变化可得：

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{W_1}{q}, \quad \varphi_C - \varphi_D = \frac{W_2}{q}$$

又有  $M$ 、 $N$  为中点，所以

$$\varphi_M = \frac{1}{2}(\varphi_A + \varphi_C), \quad \varphi_N = \frac{1}{2}(\varphi_B + \varphi_D)$$

根据上述信息并不能确定电场强度的方向，故也无法算出电场强度的大小，排除 A、C，因为此题为多选，可确定 B、D 为正确选项；

$$B. W = q(\varphi_M - \varphi_N) = \frac{1}{2}q(\varphi_A - \varphi_B + \varphi_C - \varphi_D) = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

$$D. \text{因为 } \varphi_A - \varphi_B = W_1, \varphi_C - \varphi_D = W_2, \text{ 且 } W_1 = W_2, \varphi_{MN} = \varphi_M - \varphi_N = \frac{1}{2}(\varphi_A - \varphi_B + \varphi_C - \varphi_D)$$

所以  $\varphi_M - \varphi_A = \varphi_N - \varphi_B$ ，即  $\varphi_{AM} = \varphi_{BN}$

【考点】匀强电场的电势、电势能、电势差之间的关系

三、非选择题：本卷包括必考题和选考题两部分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 129 分。

22. (6 分) 某同学组装一个多用电表。可选用的器材有：微安表头 (量程  $100\mu\text{A}$ ，内阻为  $900$

$\Omega$ )；电阻箱  $R_1$  (阻值范围  $0 \sim 999.9\Omega$ )；电阻箱  $R_2$  (阻值范围  $0 \sim 99999.9\Omega$ )；导线若干。

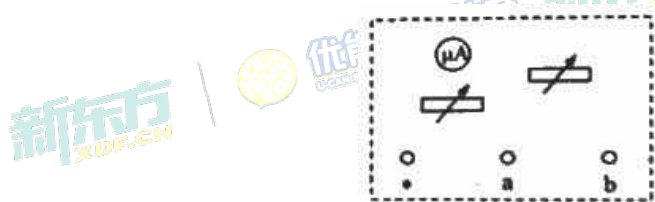


要求利用所给器材先组装一个量程为  $1\text{mA}$  的直流电流表，在此基础上改装成量程为  $3\text{V}$  的直流电压表。组装好的多用电表有电流  $1\text{mA}$  和电压  $3\text{V}$  两档。

回答下列问题：

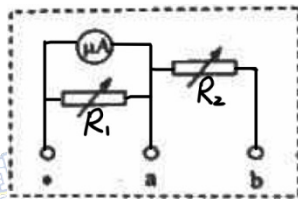
(1) 在虚线框内画出电路图并标出  $R_1$  和  $R_2$ ，其中 \* 为公共接线柱，a 和 b 分别为电流档和电压档的接线柱。

(2) 电阻箱的阻值应取  $R_1 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ ， $R_2 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$



【答案】(1) 电路图如图；(2)  $100\Omega$ ， $2910\Omega$

【解析】电路连接如图：



要改装成电流表就需要对表头进行分流，并联电路具有分流作用根据并联电路两端电压相等可得：

$$I_g R_g = R(I - I_g)$$

可得： $R = 100.0\Omega$ ；

要改装成电压表就需要对表头进行分压，串联电路具有分压作用根据串联电路电流处处相等可得：

$$\frac{U_g}{U - U_g} = \frac{R_{\#}}{R'}$$

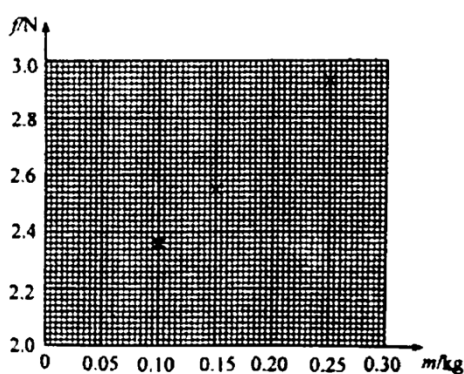
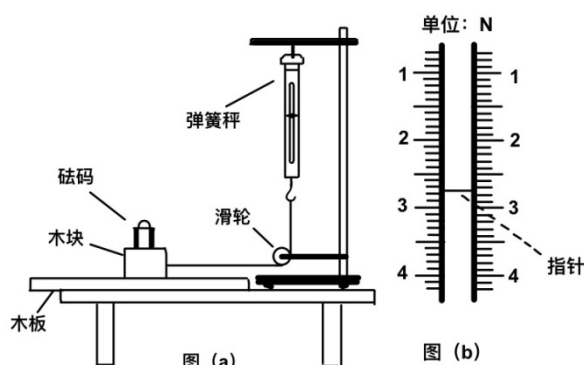
可得： $R' = 2910\Omega$ ；

通过电阻箱的取值范围可得： $R_1 = 100\Omega$ ， $R_2 = 2910\Omega$

【考点】电表的改装

23. (9分) 某同学用图(a)所示的装置测量木块与木板之间的动摩擦因数。跨过光滑定滑轮的细线两端分别与木块和弹簧秤相连，滑轮和木块间的细线保持水平，在木块上方放置砝码。缓慢向左拉动水平放置的木板，当木块和砝码相对桌面静止且木板仍在继续滑动时，弹

簧秤的示数即为木块受到的滑动摩擦力的大小。某次实验所得数据在下表中给出，其中 $f_4$ 的值可以从图（b）中弹簧测力计的示数读出。



砝码的质量 $m/\text{kg}$	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
滑动摩擦力 $f/\text{N}$	2.15	2.36	2.55	$f_4$	2.93

回答下列问题：

- (1)  $f_4 = \underline{\hspace{2cm}}$  N
- (2) 在图（c）的坐标纸上补齐未画出的数据点并绘出  $f - m$  图线；
- (3)  $f$  与  $m$ 、木块质量  $M$ 、木板与木块之间的摩擦因数  $\mu$  及重力加速度大小  $g$  之间的关系式为  $f = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $f - m$  图线（直线）的斜率的表达式为  $k = \underline{\hspace{2cm}}$ ；
- (4) 取  $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ ，由绘出的  $f - m$  图线求得  $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ ，（保留 2 位有效数字）

**【答案】**

(1) 2.75 (2.73-2.77 之间的答案均对)

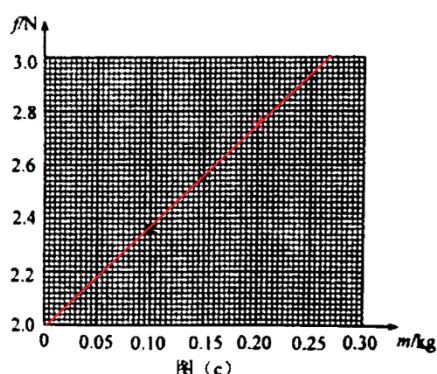
(2)  $\mu(m + M)g$

(3)  $\mu g$



(4) 0.41 (0.39-0.43 之间的答案均对)

【解析】乙图中弹簧测力计的分度值为 0.1N，估读到下一位，弹簧测力计的读数为 2.75N，如下图所示：



砝码和木块处于平衡状态，所以有

$$F_N = mg + Mg$$

由滑动摩擦力的公式得：

$$f = \mu F_N$$

联立以上方程得：

$$f = \mu(m + M)g = \mu gm + \mu Mg$$

由此可见斜率为：

$$k = \mu g$$

由图像可得

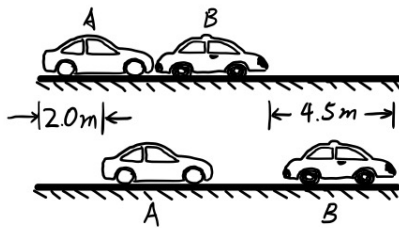
$$k = \frac{\Delta f}{\Delta m} \approx 4$$

故

$$\mu = \frac{k}{g} \approx 0.41$$

【考点】探究影响摩擦力的大小的因素

24. (12分) 汽车 A 在水平冰雪路面上行驶，驾驶员发现其正前方停有汽车 B，立即采取制动措施，但仍然撞上了汽车 B。两车碰撞时和两车都完全停止后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5m，A 车向前滑动了 2.0m。已知 A 和 B 的质量分别为  $2.0 \times 10^3 \text{kg}$  和  $1.5 \times 10^3 \text{kg}$ ，两车与该冰雪路面间的动摩擦因素均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小  $g = 10 \text{m/s}^2$ 。求



- (1) 碰撞后的瞬间 B 车速度的大小；  
 (2) 碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。

【答案】(1)  $v_B' = 3\text{m/s}$  (2)  $v_A = 4.25\text{m/s}$

【解析】(1) 由速方差公式得  $v_B'^2 = 2ax_B$

由牛顿定律可知  $\mu m_B g = m_B a$

解得  $v_B' = 3\text{m/s}$

(2) 同理可得  $v_A'^2 = 2ax_A$

$\mu m_A g = m_A a$

解得  $v_A' = 2\text{m/s}$

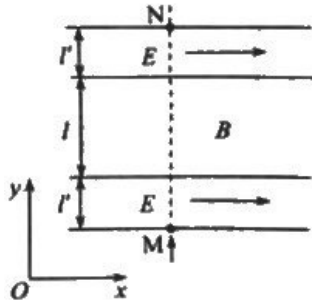
由动量守恒定理可知  $m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B'$

解得  $v_A = 4.25\text{m/s}$

$v_A'$ 、 $v_B'$  也可用动能定理求解

【考点】动量守恒定律

25. (20 分) 一足够长的条状区域内存在匀强电场和匀强磁场，其在  $xOy$  平面内的截面如图所示：中间是磁场区域，其边界与  $y$  轴垂直，宽度为  $l$ ，磁感应强度大小为  $B$ ，方向垂直于  $xOy$  平面；磁场的上下两侧为电场区域，宽度均为  $l'$ ，电场强度的大小均为  $E$ ，方向均沿  $x$  轴正方向； $M$ 、 $N$  为条状区域边界上的两点，它们的连线与  $y$  轴平行。一带正电的粒子以某一速度从  $M$  点沿着  $y$  轴正方向射入电场，经过一段时间后恰好以从  $M$  点入射的速度从  $N$  点沿  $y$  轴正方向射出。不计重力。



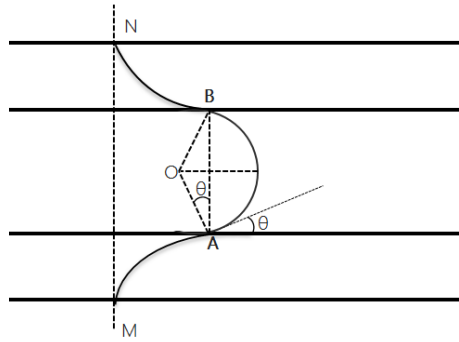
(1) 定性画出该粒子在电磁场中运动的轨迹;

(2) 求该粒子从M点入射时速度的大小;

(3) 若该粒子进入磁场时的速度方向恰好与x轴正方向夹角为 $\frac{\pi}{6}$ , 求该粒子的比荷及其从M点运动到N点的时间。

**【答案】** (1) 见下图 (2)  $v_0 = \frac{2El'}{Bl}$  (3)  $t = \frac{Bl(18l' + \sqrt{3}\pi l)}{18El'}$

**【解析】** (1) 设该粒子初速度为 $v_0$ , 进入磁场时速度为 $v$ , 进入磁场时速度方向与水平方向夹角为 $\theta$ , 粒子从A点进入磁场, 从B点离开磁场, 得到运动轨迹如图所示。



(2) 粒子在磁场中运动时, 由牛顿第二定律,

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \dots \dots \textcircled{1}$$

解得:

$$R = \frac{mv}{qB} \dots \dots \textcircled{2}$$

在磁场中运动时, 根据几何关系:

$$2R \cos \theta = l \dots \dots \textcircled{3}$$

在A点,

$$\cos\theta = \frac{v_x}{v} \dots\dots ④$$

在 A 点时，水平速度

$$v_x = \frac{qEl'}{mv_0} \dots\dots ⑤$$

由①~⑤，解得

$$v_0 = \frac{2El'}{Bl} \dots\dots ⑥$$

(3) 由②③:

$$\frac{q}{m} = \frac{\sqrt{3}v}{Bl} \dots\dots ⑦$$

在 A 点时， $\sin\theta = \frac{v_0}{v}$ ，解得

$$v = 2v_0 \dots\dots ⑧$$

由⑥⑧:

$$v = \frac{4El'}{Bl} \dots\dots ⑨$$

由⑦⑨:

$$\frac{q}{m} = \frac{4\sqrt{3}El'}{B^2l^2} \dots\dots ⑩$$

在电场中运动时，

$$t_1 = \frac{l'}{v_0} \dots\dots ⑪$$

由⑥⑪:

$$t_1 = \frac{Bl}{2E} \dots\dots ⑫$$

在磁场中运动时，由  $T = \frac{2\pi R}{v}$  及②，解得周期

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \dots\dots ⑬$$

根据几何关系，磁场中圆心角  $\alpha = \frac{2\pi}{3}$ ，则磁场时间

$$t_2 = \frac{1}{3}T = \frac{2\pi m}{3qB} \dots\dots \textcircled{14}$$

由⑩⑭：

$$t_2 = \frac{\sqrt{3}\pi Bl^2}{18El'} \dots\dots \textcircled{15}$$

由⑫⑮：粒子从M到N的时间

$$t = 2t_1 + t_2 = \frac{Bl(18l' + \sqrt{3}\pi l)}{18El'}$$

【考点】带电粒子在拼接场中的圆周运动和类平抛运动

(二) 选考题，共 45 分，请考生从 2 道物理题，2 道化学题，2 道生物题中每科任选一题作答，如果多做，则按每科所做的第一题计分

33、[物理——选修 3-3] (15 分)

(1) (5 分) 对于实际的气体，下列说法正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案的标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

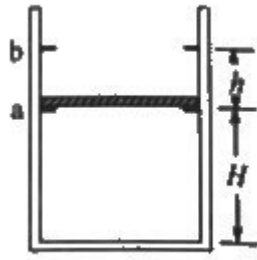
- A. 气体的内能包括气体分子的重力势能
- B. 气体的内能包括气体分子之间相互作用的势能
- C. 气体的内能包括气体整体运动的动能
- D. 气体的体积变化时，其内能可能不变
- E. 气体的内能包括气体分子热运动的动能

【答案】：BDE

【解析】：气体的内能包括：气体分子热运动的动能，以及分子间相互作用的势能，所以 B、E 选项正确，而 A 和 C 均属于气体的宏观能力，不属于气体内能的范畴，故错误；衡量气体内能的物理量是温度，例如：气体体积变小，外界虽对其做功，但同时气体对外放热保持温度不变，则内能可以保持不变，故 D 正确；

【考点】：分子动理论；

(2) (10 分) 如图，一竖直放置的汽缸上端开口，汽缸壁内有卡口 a 和 b，a、b 间距为 h，a 距缸底的高度为 H，活塞只能在 a、b 间移动，其下方密封有一定质量的理想气体。已知活塞质量为 m，面积为 S，厚度可忽略；活塞和汽缸壁均绝热，不计它们之间的摩擦。开始时活塞处于静止状态，上、下方气体压强均为  $p_0$ ，温度均为  $T_0$ 。现用电热丝缓慢加热汽缸中的气体，直至活塞刚好达到 b 处。求此时汽缸内气体的温度以及此过程中气体对外所做的功。重力加速度大小为 g。



【答案】见解析

【解析】设活塞刚好达到b处时，汽缸内气体压强为 $p_b$ ，温度为 $T_b$ ；

由理想气体方程可得：

$$\frac{p_0 HS}{T_0} = \frac{p_b (H+h) S}{T_b} \dots\dots ①$$

活塞在 b 处受力平衡，所以：

$$p_b S = p_0 S + mg \dots\dots ②$$

联立①、②得：

$$T_b = (p_0 HS + p_0 hS + mgH + mgh) \frac{T_0}{p_0 HS}$$

或：

$$T_b = \frac{(p_0 S + mg) (H+h)}{p_0 HS} T_0$$

活塞从卡口 a 处开始移动到卡口 b 处的过程中，整体受力平衡，故气体对外所做的功：

$$W = p_b S \cdot h \dots\dots ③$$

联立②、③式求得：

$$W = (p_0 S + mg)h$$

【考点】：理想气体状态方程；热力学第一定律；

34. [物理一选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 声波在空气中的传播速度为  $340\text{m/s}$ ，在钢铁中的传播速度为  $4900\text{m/s}$ 。一平直桥由钢铁制成，某同学用锤子敲击桥的一端发出声音，分别经过桥和空气传到另一端的时间之差为  $1.00\text{s}$ 。桥的长度为 \_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。若该声波在空气中的波长为  $\lambda$ ，则它在钢铁中的波长为  $\lambda$  的 \_\_\_\_\_ 倍。

(2) (10 分) 如图， $\triangle ABC$  是一直角三棱镜的横截面， $\angle A = 90^\circ$ ， $\angle B = 60^\circ$ 。一细光束从



【解析】(1) 设：桥的长度为  $L$ 、空气中声音速度为  $v_1$ 、 $\lambda$ ，铁轨中声音速度为  $v_2$ 、 $\lambda_2$  根据题意有：

$$\frac{L}{v_1} - \frac{L}{v_2} = t$$

代入数据得  $L = 365.35\text{m}$

由

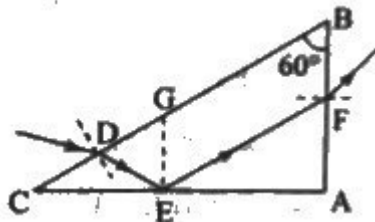
$$\frac{\lambda}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

代入数据得

$$\lambda_2 = \frac{490}{34} \lambda \approx 14.41\lambda$$

【考点】波速公式

$BC$  边的  $D$  点折射后，射入到  $AC$  边的  $E$  点，发生全反射后经  $AB$  边的  $F$  点射出。 $EG$  垂直于  $AC$  交  $BC$  于  $G$ ， $D$  恰好是  $CG$  的中点。不计多次反射。

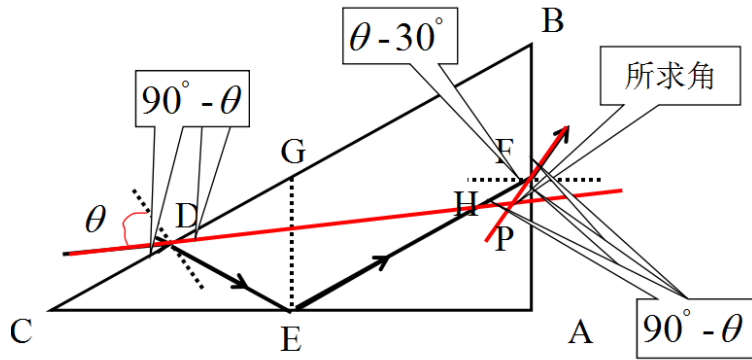


(i) 求出射光相对于  $D$  点的入射光的偏角；

(ii) 为实现上述光路，棱镜折射率的取值应在什么范围？

【答案】(1)  $365.35\text{m}$ ；14.41 倍；(2)(i)  $60^\circ$ ；(ii)  $\frac{2}{3}\sqrt{3} \leq n < 2$

(2)(i) 延长入射光线和出射光线，相交于  $P$ ，交  $EF$  于  $H$ ，设入射角为  $\theta$ ，如图所示。由  $EG \perp AC$ 、 $D$  为  $CG$  的中点， $\angle A = 90^\circ$ ， $\angle B = 60^\circ$ ，可知  $\triangle GDE$  为等边三角形、 $EF \parallel CB$ 、在  $D$  点的入射角与  $F$  点的出射角相等，则  $\angle GDH = \angle FHP = \angle PFA = 90^\circ - \theta$ ，所以  $\angle HFP = \theta - 30^\circ$ ，则所求角  $\alpha = 90^\circ - \theta + \theta - 30^\circ = 60^\circ$ 。



(ii) 根据题意可知, 在 D 点发生全反射、在 F 点没发生全发射, 根据折射定律和全发射得:

$$\frac{\sin 90^\circ}{\sin 60^\circ} \leq n < \frac{\sin 90^\circ}{\sin 30^\circ}$$

可得:

$$\frac{2}{3}\sqrt{3} \leq n < 2$$

【考点】光的折射定律、全反射