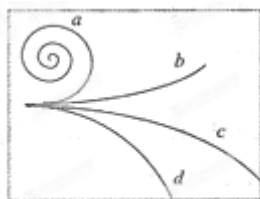


2015 年普通高等学校招生全国统一考试（重庆卷）

理科综合物理试题（110 分）

一.选择题（本大题共 5 个小题，每小题 6 分，共 30 分。在每小题给出的四个备选项中，只有一项符合题目要求）

1.题 1 图中曲线 a 、 b 、 c 、 d 为气泡室中某放射物质发生衰变放出的部分粒子的经迹，气泡室中磁感应强度方向垂直纸面向里。以下判断可能正确的是



题 1 图

A. a 、 b 为 β 粒子的经迹 B. a 、 b 为 γ 粒子的经迹 C. c 、 d 为 α 粒子的经迹 D. c 、 d 为 β 粒子的经迹

【答案】D

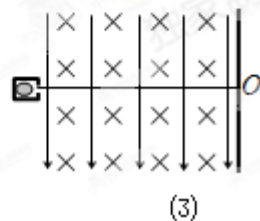
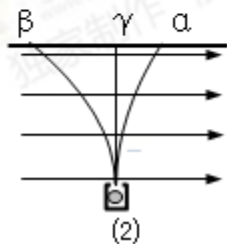
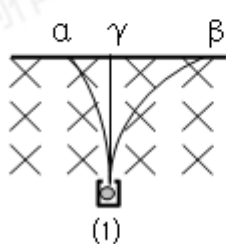
【解析】 γ 射线是不带电的光子流，在磁场中不偏转，故选项 B 错误。 α 粒子为氦核带正电，由左手定则知受到向上的洛伦兹力向上偏转，故选项 A、C 错误； β 粒子是带负电的电子流，应向下偏转，选项 D 正确。故选 D。

【考点定位】三种放射线的性质、带电粒子在磁场中的运动。

【规律总结】本题主掌握①三种射线的性质比较

种类	本质	质量 (u)	电荷 (e)	速度 (c)	电离性	贯穿性
α 射线	氦核	4	+2	0.1	最强	最弱，纸能挡住
β 射线	电子	1/1836	-1	0.99	较强	较强，穿几 mm 铝板
γ 射线	光子	0	0	1	最弱	最强，穿几 cm 铅版

②三种射线在匀强磁场、匀强电场、正交电场和磁场中的偏转情况比较：



2.宇航员王亚平在“天宫 1 号”飞船内进行了我国首次太空授课，演示了一些完全失重状态下的物理现象。若飞船质量为 m ，距地面高度为 h ，地球质量为 M ，半径为 R ，引力常量为 G ，则飞船所在处的重力加

速度大小为

- A. 0 B. $\frac{GM}{(R+h)^2}$ C. $\frac{GMm}{(R+h)^2}$ D. $\frac{GM}{h^2}$

【答案】B

【解析】对飞船受力分析知，所受到的万有引力提供匀速圆周运动的向心力，等于飞船所在位置的重力，即 $G\frac{Mm}{(R+h)^2} = mg$ ，可得飞船的重力加速度为 $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ ，故选 B。

【考点定位】万有引力定律的应用。

【方法技巧】掌握万有引力定律求中心天体的质量和密度、环绕天体的线速度、角速度、周期、加速度；主要利用 $F_{引} = F_{向} = mg$ 。

3. 高空作业须系安全带. 如果质量为 m 的高空作业人员不慎跌落，从开始跌落到安全带对人刚产生作用力前人下落的距离为 h （可视为自由落体运动）. 此后经历时间 t 安全带达到最大伸长，若在此过程中该作用力始终竖直向上，则该段时间安全带对人的平均作用力大小为

- A. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$ B. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} - mg$ C. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} + mg$ D. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} - mg$

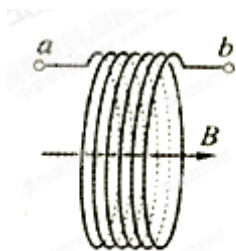
【答案】A

【解析】人下落 h 高度为自由落体运动，由运动学公式 $v^2 = 2gh$ ，可知 $v = \sqrt{2gh}$ ；缓冲过程（取向上为正）由动量定理得 $(\bar{F} - mg)t = 0 - (-mv)$ ，解得： $\bar{F} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$ ，故选 A。

【考点定位】运动学公式、动量定理。

【名师点睛】涉及运动中的位移问题，优先选择动能定理；涉及运动的时间问题，优先选择动量定理；涉及运动的加速度和匀变速直线运动，选择牛顿第二定律和运动学公式。

4. 题 4 图为无线充电技术中使用的受电线圈示意图，线圈匝数为 n ，面积为 S . 若在 t_1 到 t_2 时间内，匀强磁场平行于线圈轴线向右穿过线圈，其磁感应强度大小由 B_1 均匀增加到 B_2 ，则该段时间线圈两端 a 和 b 之间的电势差 $\varphi_a - \varphi_b$



题 4 图

A. 恒为 $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

B. 从 0 均匀变化到 $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

C. 恒为 $-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

D. 从 0 均匀变化到 $-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

【答案】C

【解析】穿过线圈的磁场均匀增加，将产生大小恒定的感生电动势，由法拉第电磁感应定律得

$$E = n \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = n \frac{S(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$$

，而等效电源内部的电流由楞次定理知从 $a \rightarrow b$ ，即 b 点是等效电源的正极，即

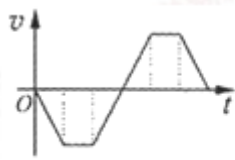
$$\varphi_a - \varphi_b = -n \frac{S(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$$

，故选 C。

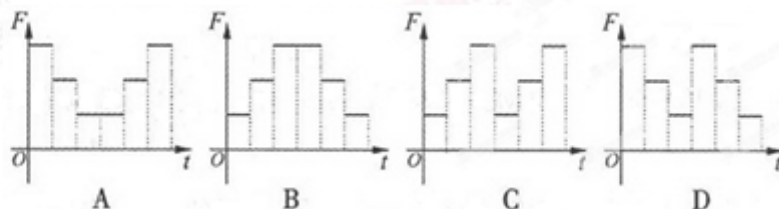
【考点定位】法拉第电磁感应定律、楞次定律。

【规律总结】电磁感应共分两种情况：动生问题（棒切割磁感线）产生的电动势 $E = BLv$ ，方向由右手定则；感生问题（磁感应强度的变化）的电动势 $E = n \frac{\Delta BS}{\Delta t}$ ，方向由楞次定律。而电流方向都是等效电源内部负极流向正极的方向。

5. 若货物随升降机运动的 $v-t$ 图像如题 5 图所示（竖直向上为正），则货物受到升降机的支持力 F 与时间 t 关系的图像可能是



题 5 图



【答案】B

【解析】由 $v-t$ 图知：过程①为向下匀加速直线运动（加速度向下，失重， $F < mg$ ）；过程②为向下匀速直线（平衡， $F = mg$ ）；过程③为向下匀减速直线运动（加速度向上，超重， $F > mg$ ）；过程④为向上匀加速直线运动（加速度向上，超重， $F > mg$ ）；过程⑤为向上匀速直线运动（平衡， $F = mg$ ）；过程⑥为向上匀减速直线运动（加速度向下，失重， $F < mg$ ）；综合各个过程可知 B 选项正确。学科网

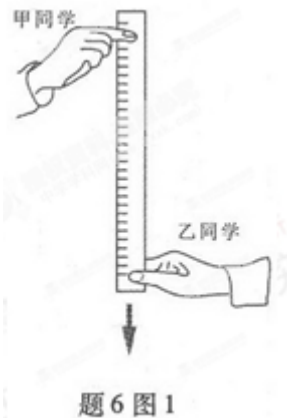
【考点定位】 $v-t$ 图像、超重与失重、牛顿第二定律。

【规律总结】图象从六个方面认识：一看轴，二看线，三看斜率，四看面，五看截距，六看点。超重和失重、平衡状态是由竖直方向的加速度决定。

二、非选择题（本大题共 4 小题，共 68 分）

6. (19 分)

(1) 同学们利用如题 6 图 1 所示方法估测反应时间。



首先，甲同学捏住直尺上端，使直尺保持竖直状态，直尺零刻度线位于乙同学的两指之间。当乙看见甲放开直尺时，立即用手指捏直尺，若捏住位置的刻度读数为 x ，则乙同学的反应时间为_____（重力加速度为 g ）。

基于上述原理，某同学用直尺制作测量反应时间的工具，若测量范围为 $0\sim 0.4s$ ，则所用直尺的长度至少为_____ cm （ g 取 $10m/s^2$ ）；若以相等时间间隔在该直尺的另一面标记出表示反应时间的刻度线，则每个时间间隔在直尺上对应的长度是_____的（选填“相等”或“不相等”）。

【答案】 $\sqrt{\frac{2x}{g}}$ ， 80， 不相等

【解析】 ①在人的反应时间内直尺做自由落体运动，有 $x-0 = \frac{1}{2}gt^2$ ，解得 $t = \sqrt{\frac{2x}{g}}$ ；

②反应时间最长为 $t = 0.4s$ ，需要直尺的长度为 $x = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.4^2 = 0.8m = 80cm$ ；

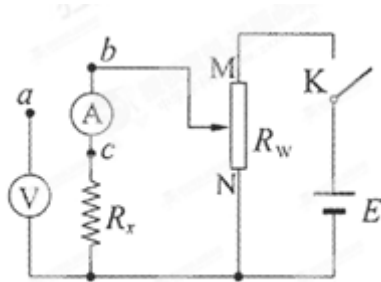
③自由落体运动从计时开始连续相等时间的位移为 1:4:9:16，而相等时间内的位移为 1:3:5:7，故长度不相等。

【考点定位】 自由落体运动的规律。

【规律总结】 掌握匀变速直线运动的运动（位移、速度、加速度、时间）规律，初速度为零的匀变速直线运动的推论（比例式）。

(2) 同学们测量某电阻丝的电阻 R_x ，所用电流表的内阻与 R_x 相当，电压表可视为理想电压表。

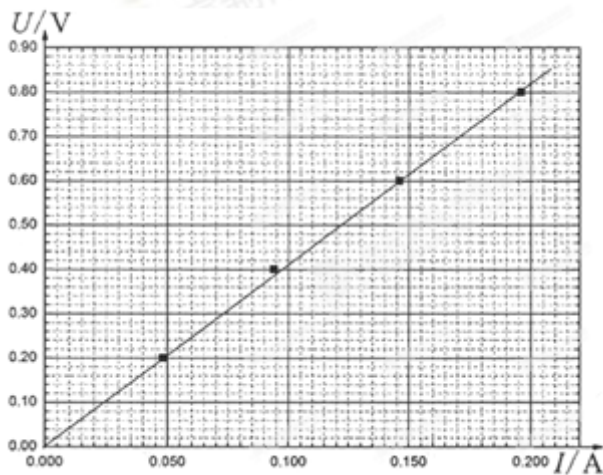
①若使用题 6 图 2 所示电路图进行实验，要使得 R_x 的测量值更接近真实值，电压表的 a 端应连接到电路的_____点（选填“ b ”或“ c ”）。



题6图2

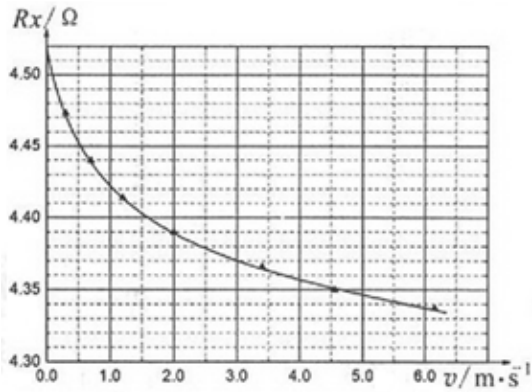
②测得电阻丝的 $U-I$ 图如题6图3所示, 则 R_x 为 _____ Ω (保留两位有效数字)。

③实验中, 随电压进一步增加电阻丝逐渐进入炽热状态. 某同学发现对炽热电阻丝吹气, 其阻值会变化. 他们对此现象进行探究, 在控制电阻丝两端的电压为 $10V$ 的条件下, 得到电阻丝的电阻 R_x 随风速 v (用风速计测) 的变化关系如题6图4所示. 由图可知当风速增加时, R_x 会 _____ (选填“增大”或“减小”). 在风速增加过程中, 为保持电阻丝两端电压为 $10V$, 需要将滑动变阻器 R_w 的滑片向 _____ 端调节 (选填“M”或“N”).

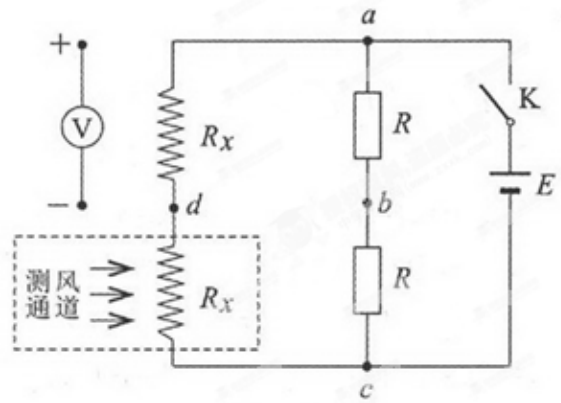


题6图3

④为了通过电压表的示数来显示风速, 同学们设计了如题6图5所示的电路. 其中 R 为两只阻值相同的电阻, R_x 为两根相同的电阻丝, 一根置于气流中, 另一根不受气流影响, V 为待接入的理想电压表. 如果要求在测量中, 风速从零开始增加, 电压表的示数也从零开始增加, 则电压表的“+”端和“-”端应分别连接到电路中的 _____ 点和 _____ 点 (在“a”“b”“c”“d”中选填).



题6图4



题6图5

【答案】① c；② 4.1（4.0~4.2）；③减小，M；④ b，d

【解析】①电流表有较大内阻，选择内接法会使电阻的测量值偏大，而电压表为理想电压表，故选择电流表外接法可以减小电阻的测量误差，故选择 c 点。

②由部分电路的欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$ 知 $U-I$ 图象的斜率代表电阻，求得 $R_x = \frac{0.8}{0.195} \approx 4.1\Omega$ 。

③有图4知风速增大后，代表电阻的纵坐标数值在减小； R_x 减小，导致总电阻减小，总电流增大，使得并联部分的电压减小，向 M 端滑动可使并联部分的电压重新增大为 10V。

④当风速为零时，电压表的示数也为零，电路的 b 和 d 两点构成电桥，满足 $U_{ad} = U_{cb}$ ；而下端的 R_x 减小后 $\frac{R_x}{R} > \frac{R}{R'}$ ，即 $U_{ad} > U_{cb}$ 有 $\phi_d < \phi_b$ ，故电压表的正接线柱接在 b 点，负接线柱接在 d 点

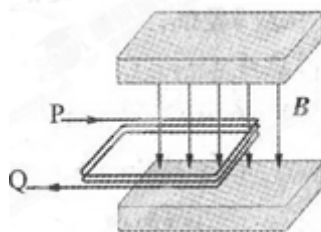
【考点定位】伏安法测电阻、动态分析电路、电桥电路。

【规律总结】测电阻实验的考点：电流表的内接法和外接法、滑动变阻器的限流式和分压式、电路连接、操作步骤及注意事项、数据处理。

7. (15分) 音圈电机是一种应用于硬盘、光驱等系统的特殊电动机.题7图是某音圈电机的原理示意图,它由一对正对的磁极和一个正方形刚性线圈构成,线圈边长为 L , 匝数为 n , 磁极正对区域内的磁感应强度方向垂直于线圈平面竖直向下, 大小为 B , 区域外的磁场忽略不计.线圈左边始终在磁场外, 右边始终在磁场内, 前后两边在磁场内的长度始终相等.某时刻线圈中电流从 P 流向 Q, 大小为 I .

(1) 求此时线圈所受安培力的大小和方向。

(2) 若此时线圈水平向右运动的速度大小为 v , 求安培力的功率。



题7图

【答案】(1) $F = nBIL$ ，方向水平向右；(2) $P = nBILv$

【解析】(1) 线圈的右边受到磁场的安培力，共有 n 条边，

故 $F = n \cdot BIL = nBIL$

由左手定则，电流向外，磁场向下，安培力水平向右

(2) 安培力的瞬时功率为 $P = F \cdot v = nBILv$

【考点定位】考查安培力、功率。

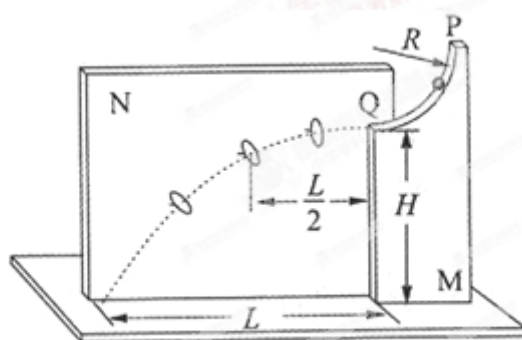
【方法技巧】三大定则和一个定律的运用通电受力用左手，运动生流用右手，磁生电和电生磁都用右手握一握。

8. (16分) 同学们参照伽利略时期演示平抛运动的方法制作了如题8图所示的实验装置。图中水平放置的底板上竖直地固定有 M 板和 N 板。 M 板上部有一半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧形的粗糙轨道， P 为最高点， Q 为最低点， Q 点处的切线水平，距底板高为 H 。 N 板上固定有三个圆环。将质量为 m 的小球从 P 处静止释放，小球运动至 Q 飞出后无阻碍地通过各圆环中心，落到底板上距 Q 水平距离为 L 处。不考虑空气阻力，重力加速度为 g 。求：

(1) 距 Q 水平距离为 $\frac{L}{2}$ 的圆环中心到底板的高度；

(2) 小球运动到 Q 点时速度的大小以及对轨道压力的大小和方向；

(3) 摩擦力对小球做的功。



题8图

【答案】(1) 到底版的高度 $\frac{3}{4}H$ ；(2) 速度的大小为 $L\sqrt{\frac{g}{2H}}$ ，压力的大小 $mg(1 + \frac{L^2}{2HR})$ ，方向竖直向下；

(3) 摩擦力对小球作功 $mg(\frac{L^2}{4H} - R)$

【解析】(1) 由平抛运动规律可知 $L = vt$ ， $H = \frac{1}{2}gt^2$

同理： $\frac{L}{2} = vt_1$ ， $h = \frac{1}{2}gt_1^2$

解得： $h = \frac{H}{4}$ ，则距地面高度为 $H - \frac{H}{4} = \frac{3}{4}H$

(2) 由平抛规律解得 $v = \frac{L}{t} = L\sqrt{\frac{g}{2H}}$

对抛出点分析，由牛顿第二定律： $F_{\text{支}} - mg = m\frac{v^2}{R}$ ，解得 $F_{\text{支}} = mg + \frac{mgL^2}{2HR}$

由牛顿第三定律知 $F_{\text{压}} = F_{\text{支}} = mg + \frac{mgL^2}{2HR}$ ，方向竖直向下。

(3) 对 P 点至 Q 点，由动能定理： $mgR + W_f = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

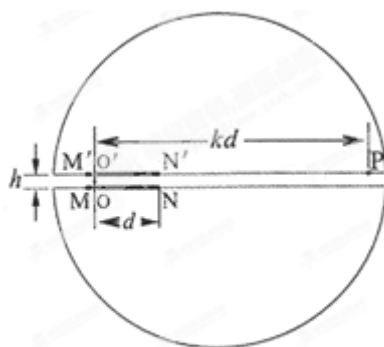
解得： $W_f = \frac{mgL^2}{4H} - mgR$

【考点定位】平抛运动的规律、动能定理、牛顿第二定律、牛顿第三定律。

【名师点睛】曲线运动（平抛和圆周）的两大处理方法：一是运动的分解；二是动能定理。

9. (18分) 题9图为某种离子加速器的设计方案.两个半圆形金属盒内存在相同的垂直于纸面向外的匀强磁场.其中MN和M'N'是间距为h的两平行极板,其上分别有正对的两个小孔O和O', O'N'=ON=d, P为靶点, O'P=kd (k为大于1的整数).极板间存在方向向上的匀强电场,两极板间电压为U.质量为m、带电量为q的正离子从O点由静止开始加速,经O'进入磁场区域.当离子打到极板上O'N'区域(含N'点)或外壳上时将会被吸收.两虚线之间的区域无电场和磁场存在,离子可匀速穿过.忽略相对论效应和离子所受的重力.求:

- (1) 离子经过电场仅加速一次后能打到P点所需的磁感应强度大小;
- (2) 能使离子打到P点的磁感应强度的所有可能值;
- (3) 打到P点的能量最大的离子在磁场中运动的时间和在电场中运动的时间.



题9图

【答案】 (1) $B = \frac{2\sqrt{2qUm}}{qkd}$ (2) $B = \frac{2\sqrt{2nqUm}}{qkd}$, ($n=1,2,3,\dots,k^2-1$)

(3) $t_{\text{磁}} = \frac{(2k^2-3)\pi mkd}{2\sqrt{2qum}(k^2-1)}$, $t_{\text{电}} = h\sqrt{\frac{2(k^2-1)m}{qU}}$

【解析】 (1) 离子经电场加速, 由动能定理: $qU = \frac{1}{2}mv^2$, 可得 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

磁场中做匀速圆周运动, $qvB = m\frac{v^2}{r}$

刚好打在 P 点, 轨迹为半圆, 由几何关系可知 $r = \frac{kd}{2}$

联立解得 $B = \frac{2\sqrt{2qUm}}{qkd}$ 学科网

(2) 若磁感应强度较大, 设离子经过一次加速后若速度较小, 圆周运动半径较小, 不能直接打在 P 点, 而做圆周运动到达 N' 右端, 再匀速直线到下端磁场, 将重新回到 O 点重新加速, 直到打在 P 点。设共加速了

n 次, 有: $nqU = \frac{1}{2}mv_n^2$

$$qv_n B = m\frac{v_n^2}{r_n}$$

$$\text{且 } r_n = \frac{kd}{2}$$

$$\text{解得: } B = \frac{2\sqrt{2nqUm}}{qkd},$$

要求离子第一次加速后不能打在板上, 有 $r_1 > \frac{d}{2}$, 且 $qU = \frac{1}{2}mv_1^2$, $qv_1 B = m\frac{v_1^2}{r_1}$

解得: $n < k^2$

故加速次数 n 为正整数最大取 $n = k^2 - 1$

$$\text{即 } B = \frac{2\sqrt{2nqUm}}{qkd} \quad (n=1, 2, 3, \dots, k^2-1)$$

(3) 加速次数最多的离子速度最大, 取 $n = k^2 - 1$, 离子在磁场中做 $n-1$ 个完整的匀速圆周运动和半个圆周打到 P 点。

$$\text{由匀速圆周运动 } T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$t_{\text{磁}} = (n-1)T + \frac{T}{2} = \frac{(2k^2-3)\pi m kd}{2\sqrt{2qum}(k^2-1)}$$

电场中一共加速 n 次, 可等效成连续的匀加速直线运动. 由运动学公式

$$(k^2-1)h = \frac{1}{2}at_{\text{电}}^2$$

$$a = \frac{qU}{mh}$$

$$\text{可得: } t_{\text{电}} = h \sqrt{\frac{2(k^2 - 1)m}{qU}}$$

【考点定位】带电粒子在电场和磁场中的运动、牛顿第二定律、运动学公式。

【名师点睛】电场和磁场中运动的综合运用，常见的如速度选择题、磁流体发电机、质谱仪、回旋加速度。本题就是回旋加速器的改装。

三、选做题（第 10 题和第 11 题各 12 分，考生从中选做一题，若两题都做，则按第 10 题计分，其中选择题仅有一个正确选项，请将正确选项的标号填入答题卡上的对应的位置）

1.0.[选修 3-3]

（1）（6 分）某驾驶员发现中午时车胎内的气压高于清晨时的，且车胎体积增大。若这段时间胎内气体质量不变且可视为理想气体，那么

- A. 外界对胎内气体做功，气体内能减小 B. 外界对胎内气体做功，气体内能增大
C. 胎内气体对外界做功，内能减小 D. 胎内气体对外界做功，内能增大

【答案】D

【解析】对车胎内的理想气体分析知，体积增大为气体对外做功，内能只有动能，而动能的标志为温度，故中午温度升高，内能增大，故选 D。

【考点定位】理想气体的性质、功和内能、热力学第一定律。

【名师点睛】热学选择题的高频考点是分子动理论、热力学三大定律、固液气的性质、理想气体的内能和压强。需要识记主要的概念。

（2）（6 分）北方某地的冬天室外气温很低，吹出的肥皂泡会很快冻结。若刚吹出时肥皂泡内气体温度为 T_1 ，压强为 P_1 ，肥皂泡冻结后泡内气体温度降为 T_2 。整个过程中泡内气体视为理想气体，不计体积和质量变化，大气压强为 P_0 。求冻结后肥皂膜内外气体的压强差。

$$\text{【答案】 } \Delta P = \frac{T_2}{T_1} P_1 - P_0$$

【解析】对气泡分析，发生等容变化，有： $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$$\text{可得: } P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$$

$$\text{故内外气体的压强差为 } \Delta P = P_2 - P_1 = \frac{T_2}{T_1} P_1 - P_0$$

【考点定位】理想气体状态方程。

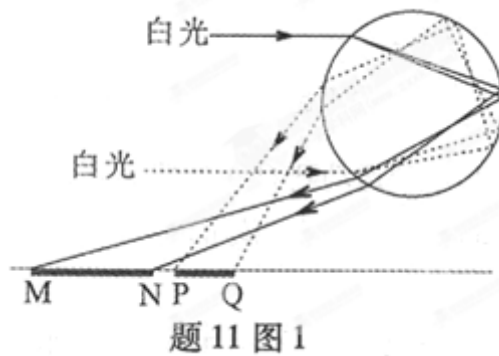
【名师点睛】理想气体的状态方程 $PV = nRT$ 应用在等温变化 ($P_1V_1 = P_2V_2$)、等压变化 ($\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$)、

等容变化 ($\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$)。

11.[选修 3-4]

(1) (6分) 虹和霓是太阳光在水珠内分别经过一次和两次反射后出射形成的, 可用白光照射玻璃球来说明. 两束平行白光照射到透明玻璃球后, 在水平的白色桌面上会形成 MN 和 PQ 两条彩色光带, 光路如题 11 图 1 所示. M、N、P、Q 点的颜色分别为

A. 紫、红、红、紫 B. 红、紫、红、紫 C. 红、紫、紫、红 D. 紫、红、紫、红



题 11 图 1

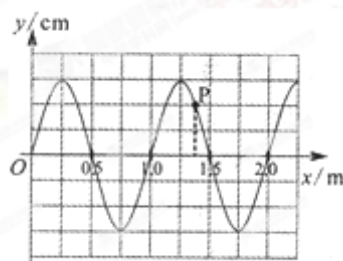
【答案】A

【解析】白光中的可见光部分从红到紫排列, 对同一介质的折射率 $n_{\text{紫}} > n_{\text{红}}$, 由折射定律知紫光的折射角较小, 由光路可知, 紫光将到达 M 点和 Q 点, 而红光到达 N 点和 P 点, 故选 A。

【考点定位】光的折射和全反射、光路、折射率。

【名师点睛】识记电磁波谱中的各种光具有三大 (波长、同一介质中的波速、临界角) 三小 (频率、能量、折射率), 几何光学部分的规律。

(2) (6分) 题 11 图 2 为一列沿 x 轴正方向传播的简谐机械横波某时刻的波形图, 质点 P 的振动周期为 0.4s. 求该波的波速并判断 P 点此时的振动方向。



题 11 图 2

【答案】 $v = 2.5 \text{ m/s}$; P 点沿 y 轴正向振动

【解析】由波形图可知 $\lambda = 1.0 \text{ m}$

$$\text{距 } v = \frac{\lambda}{T} = 2.5 \text{ m/s}$$

波沿 x 轴正方向，由同侧法可知 P 点沿 y 轴正向振动。

【考点定位】 横波的性质、机械振动与机械波的关系。

【名师点睛】 横波的波动与振动的方向垂直，判断方法有四种：同侧法、带动法（特殊点法）、微平移法、口诀法（上坡下、下坡上）。