**专题06 光、波、原子物理**

  **原子物理**

1.【2024.1·江西】在恒星演化末期会发生俗称“烧石头”的核聚变反应，其核反应方程为,下列选项正确的是（ ）

A.  B.  C.  D. 

【答案】D

【解析】

【详解】由核电荷数守恒和质量数守恒得





解得

，

故选D。

2.【2024.1·贵州】我国科研人员及合作者首次合成了新原子核。原子核存在一种衰变链，其中第1次由衰变成原子核，第2次由衰变成原子核。下列说法正确的是（　　）

A. 两次均为衰变

B. 两次均为衰变

C. 第1次为衰变，第2次为衰变

D. 第1次为衰变，第2次为衰变

【答案】A

【解析】

【详解】电荷数守恒和质量数守恒可知，第一次衰变



第二次衰变



可知两次均为衰变，故选A。

3.【2024.1·安徽】核能是蕴藏在原子核内部的能量，合理利用核能，可以有效缓解常规能源短缺问题。在铀核裂变实验中，核反应方程是，核的结合能为，核的结合能为，核的结合能为．则（　　）

A. 该核反应过程动量不守恒

B. 该核反应方程中的X为

C. 该核反应中释放的核能为

D. 该核反应中电荷数守恒，质量数不守恒

【答案】B

【解析】

【详解】A．在铀核裂变过程中，动量守恒，故A错误；

BD．设X为，由核电荷数守恒可知



可得



由质量数守恒得



解得



所以该核反应方程中的X为，故B正确，D错误；

C．由能量守恒定律可知，该核反应中释放的核能为



故C错误。

故选B。

4.【2024.1·广西】锝在医疗诊断中被广泛用作显像剂或示踪剂，质量为的锝经过后剩余锝的质量为，它的半衰期为（　　）

A.  B.  C.  D. 

【答案】B

【解析】

【详解】质量为的锝经过后剩余锝的质量为，有



解得



故选B。

5.【2024.1·甘肃】1906年，赖曼发现了氢原子的赖曼系谱线，其波长满足公式：为里德堡常量。氢原子从和的激发态跃迁到基态时，辐射光子的能量之比为（　　）

A.  B.  C.  D. 

【答案】B

【解析】

【详解】氢原子从的激发态跃迁到基态时



氢原子从的激发态跃迁到基态时



又

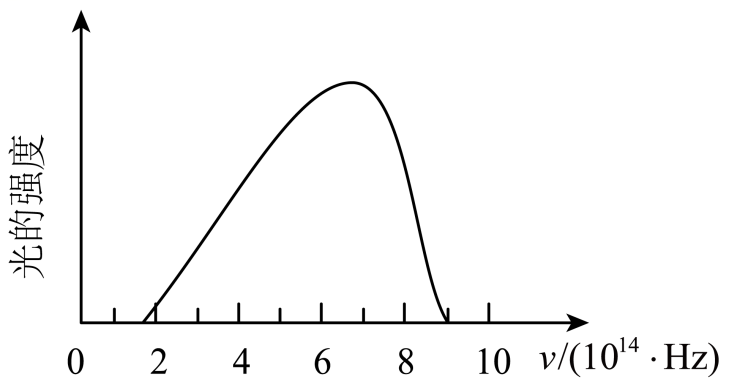


联立得，辐射光子的能量之比为



故选B。

6.【2024.1·河南】某光源包含不同频率的光，光的强度与频率的关系如图所示。表中给出了一些金属的截止频率，用该光源照射这些金属。则（　　）



|  |  |
| --- | --- |
| 金属 |  |
| 铯 | 4.69 |
| 钠 | 5.53 |
| 锌 | 8.06 |
| 钨 | 10.95 |

A. 仅铯能产生光电子 B. 仅铯、钠能产生光电子

C. 仅铯、钠、锌能产生光电子 D. 都能产生光电子

【答案】C

【解析】

【详解】根据光电效应方程



金属的逸出功为



由图可知光源中光的频率范围为

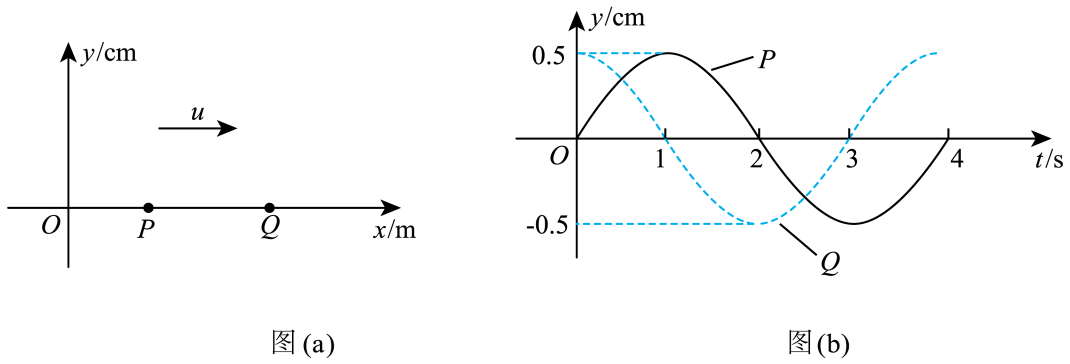


则仅铯、钠、锌能产生光电子。

故选C。

**波**

7.【2024.1·江西】如图（a）所示，一列简谐横波以速度*u*沿*x*轴正方向传播，在波的传播方向上有*P、Q*两点，且小于波长。*P、Q*两处质点的振动图像分别如图（b）中实线和虚线所示。波速*u*和*Q*处质点在内的位移大小*d*是（ ）



A.  B. 

C.  D. 

【答案】A

【解析】

【详解】因为简谐横波沿*x*轴正方向传播，且*P、Q*两点距离小于波长，所以



所以



由图（b）可知，周期为



所以这列简谐横波的速度为

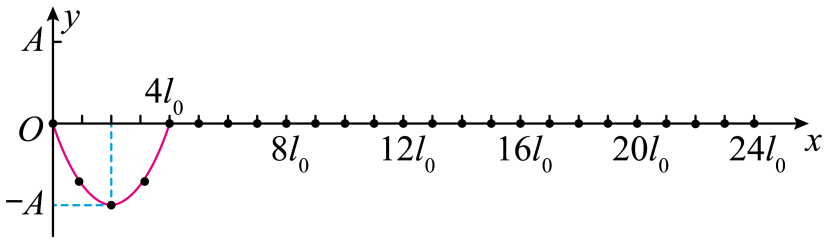


由图（b）可知*Q*处质点在内的位移大小为



故选A。

8.【2024.1·贵州】一水平软绳右端固定，取绳左端质点*O*为坐标原点，以绳所在直线为*x*轴、竖直方向为*y*轴建立坐标系，在绳上每隔选取一个质点。时刻质点*O*开始沿*y*轴振动，产生一列沿*x*轴传播的横波（可视为简谐波）。已知时刻的波形如图所示，下列说法正确的是（ ）



A. 该波的周期为

B. 该波的波长为

C. 时刻，质点*O*振动方向沿*y*轴正方向

D. 时刻，处的质点位移为零

【答案】BD

【解析】

【详解】A．由图可知，时刻波源完成半个全振动，向右传播半个波长，则该波的周期为



选项A错误；

B．由图可知，该波的波长为



选项B正确；

C．因时刻质点刚传到*x*=4*l*0处，此时该质点沿*y*轴负向振动，可知时刻，质点*O*振动方向沿*y*轴负方向，选项C错误；

D．时刻，波向前传播24*l*0，处的质点在平衡位置，位移为零，选项D正确。

故选BD。

9.【2024.1·安徽】“水袖功”是中国古典舞中用于表达情感的常用技巧，舞者通过手把有规律的抖动传导至袖子上，营造出一种“行云流水”的美感．这一过程其实就是机械波的传播。下列关于机械波中横波的说法正确的是（　　）

A. 介质中质点沿波的传播方向移动

B. 介质中质点的振动速度等于波速

C. 横波是传递能量的一种方式

D. 横波由一种介质进入另一种介质时频率发生变化

【答案】C

【解析】

【详解】A．质中质点不会沿波的传播方向移动，只在自己平衡位置附近振动，故A错误；

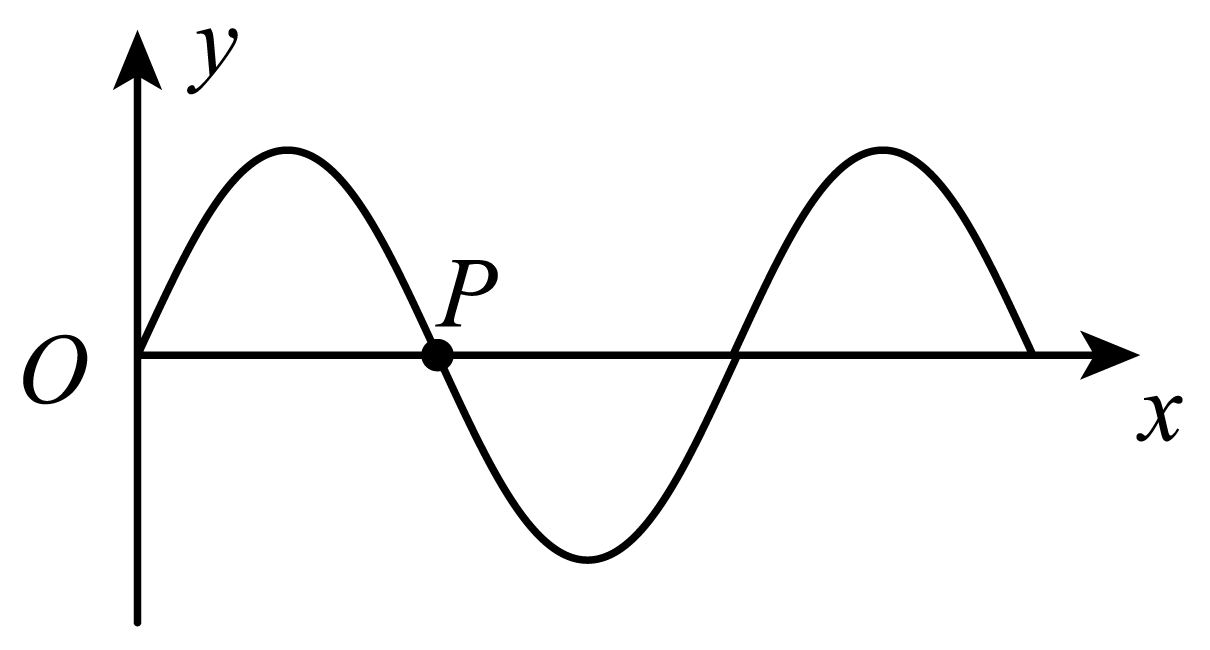
B．介质中质点的振动速度不等于波速，波速与介质有关，振动的速度与距平衡位置的远近有关，故B错误；

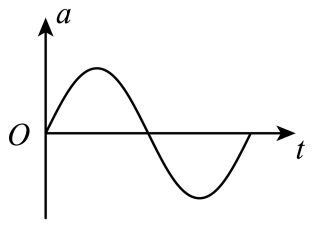
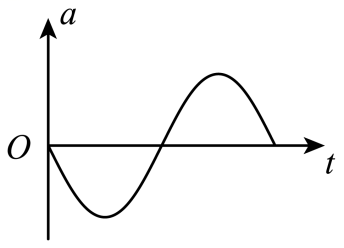
C．横波和纵波都能传递能量，故横波是传递能量的一种方式，故C正确；

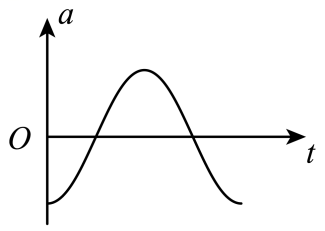
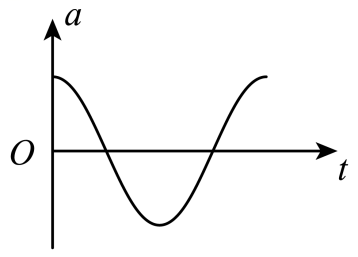
D．频率由波源决定，与介质无关，故横波由一种介质进入另一种介质时频率不发生变化，故D错误。

故选C。

10.【2024.1·吉林、黑龙江】一列简谐横波沿*x*轴正方向传播，某时刻的波形如图所示，则从此刻开始，介质中质点*P*的加速度*a*随时间*t*变化的图像为（　　）



A.  B. 

C  D. 

【答案】B

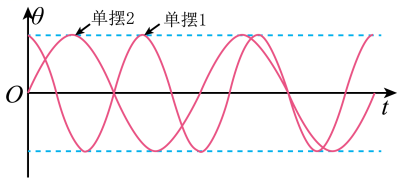
【解析】

【详解】简谐横波沿*x*轴正方向传播，根据上下坡法可知，质点*P*处于平衡位置，向上振动，质点*P*的加速度为



故选B。

11.【2024.1·甘肃】图为两单摆振动图像，为摆线偏离竖直方向的角度。两单摆的摆球质量相同，则（　　）



A 摆长之比 B. 摆长之比

C. 摆球的最大动能之比 D. 摆球的最大动能之比

【答案】D

【解析】

【详解】AB．根据两单摆的振动图像知，两单摆的周期之比为，根据单摆周期公式



可得



故有摆长之比



故AB错误；

CD．甲、乙两个单摆的摆球完全相同，摆线的最大摆角相同，从最高点到最低点，由动能定理有



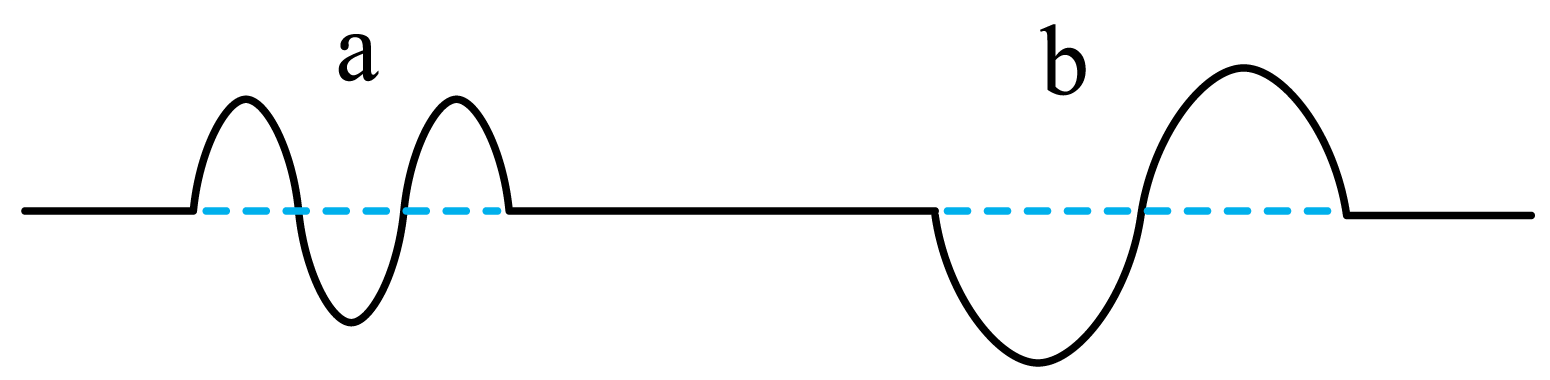
故摆球的最大动能之比



故C错误，D正确。

故选D。

12.【2024.1·河南】如图，在同一根软绳上先后激发出两段同向传播的简谐波，则它们（　　）



A. 波长相同 B. 振幅相同 C. 波速相同 D. 频率相同

【答案】C

【解析】

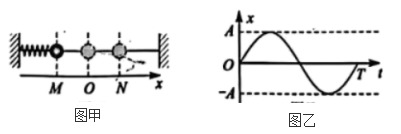
【详解】波在相同介质中传播的速度相同，由图可知，两列波的波长不同，振幅不同，根据

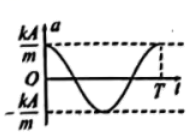
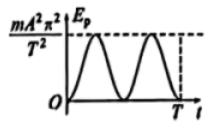


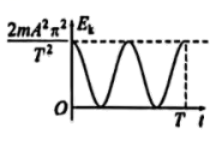
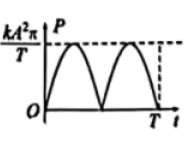
可知两列波的频率不同。故选项C正确，ABD错误。

故选C。

13.【2024.1·广西】 如图甲，弹簧振子的平衡位置*O*点为坐标原点，小球在*M*、*N*两点间做振幅为*A*的简谐运动，小球经过*O*点时开始计时，其图像如图乙，小球的速度，加速度为*a*，质量为*m*，动能为，弹簧劲度系数为*k*，弹簧振子的弹性势能为，弹簧对小球做功的功率为*P*，下列描述该运动的图像正确的是（　　）



A.  B. 

C.  D. 

【答案】C

【解析】

【详解】A．小球做简谐运动，速度



可知在*t*=0时速度最大，小球位于平衡位置，此时加速度为0，位移为0，动能最大，弹性势能为0，弹簧的弹力为0，对小球做功的功率为0，故A错误；

BC．由可知



则小球速度变化周期为



所以动能和势能的周期为



小球的最大速度



则最大动能



根据机械能守恒可知最大弹性势能



故B错误，C正确；

D．由图像可知小球的位移



弹簧对小球做功的功率



可见功率的最大值为

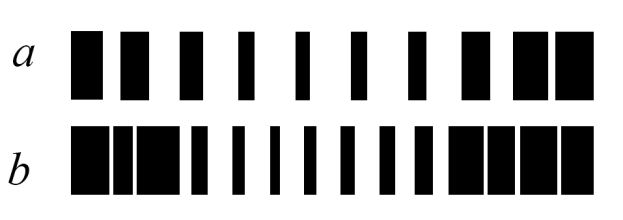


故D错误。

故选C。

 **光学**

14.【2024.1·吉林、黑龙江】波长不同的*a*、*b*两束单色平行光，分别照射到同一双缝干涉装置上，在屏上得到干涉条纹如图所示。下列说法正确的是（　　）



A. 在真空中，*a*光的波长比*b*光的长

B. 在真空中，*a*光的传播速度比*b*光的小

C. 若只减小双缝到屏的距离，两光产生的条纹间距均变小

D. 两光分别照射同一单缝衍射装置，若只减小缝宽，中央亮纹宽度均变小

【答案】AC

【解析】

【详解】AB．根据



在屏上得到干涉条纹可知，*a*光对应的条纹间距大于*b*光对应的条纹间距，则在真空中，*a*光的波长比*b*光的长；在真空中，*a*光的传播速度与*b*光的传播速度相等，均为，故A正确，B错误；

C．根据

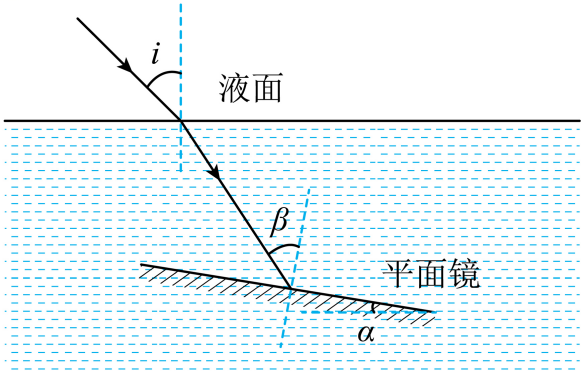


若只减小双缝到屏的距离，两光产生的条纹间距均变小，故C正确；

D．两光分别照射同一单缝衍射装置，若只减小缝宽，中央亮纹宽度均变大，故D错误。

故选AC。

15.【2024.1·河南】如图，将一平面镜置于某透明液体中，光线以入射角进入液体，经平面镜反射后恰好不能从液面射出。此时，平面镜与水平面（液面）夹角为，光线在平面镜上的入射角为。已知该液体的折射率为，下列说法正确的是（　　）



A. 

B. 

C. 若略微增大，则光线可以从液面射出

D. 若略微减小i，则光线可以从液面射出

【答案】BD

【解析】

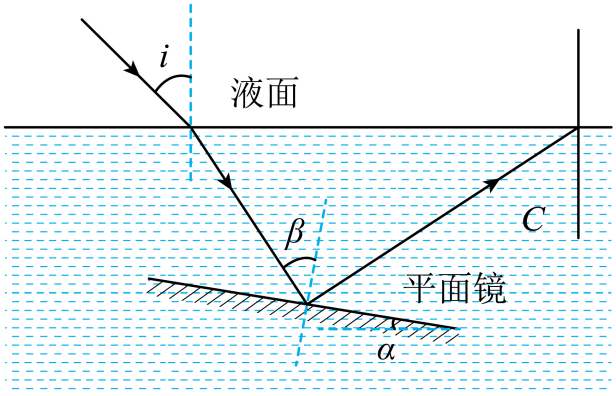
【详解】AB．根据



解得光线在射入液面时的折射角为



光线经平面镜反射后，恰好不能从液面射出，光路图如图



有



解得



由几何关系可得



解得



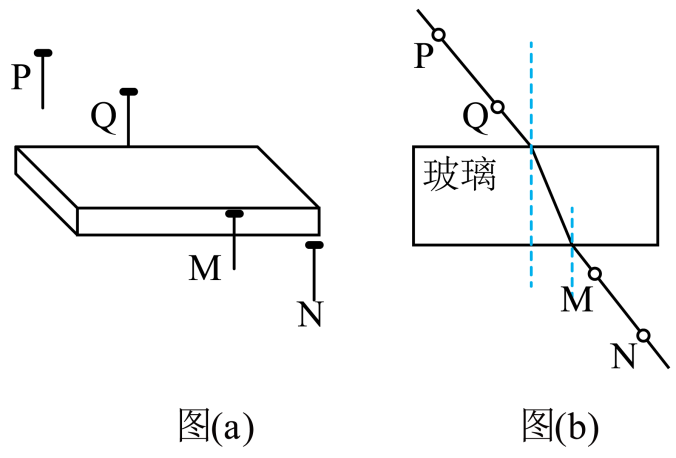
故A错误；B正确；

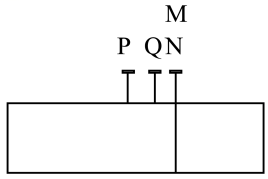
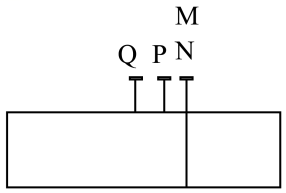
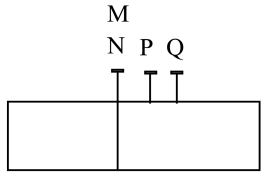
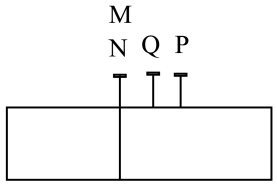
C．若略微增大，则光线在平面镜上的入射角将变大，根据上面分析的各角度关系可知光线射出液面的入射角变大，将大于临界角，所以不可以从液面射出。故C错误；

D．同理，若略微减小i，则r减小，导致光线在平面镜上的入射角减小，可知光线射出液面的入射角变小，将小于临界角，可以从液面射出。故D正确。

故选BD。

16.【2024.1·江西】用图（a）装置测量玻璃的折射率时，俯视图如图（b）所示。在水平木板上插大头针P、Q，透过玻璃砖观察，使Q把P挡住，再插大头针M和N，使N挡住M同时挡住玻璃砖中的P和Q，这样就可以确定玻璃砖的入射光线及其出射光线，从而可以测量玻璃的折射率。下列关于该实验时眼睛所看到大头针的情形，可能正确的是（ ）

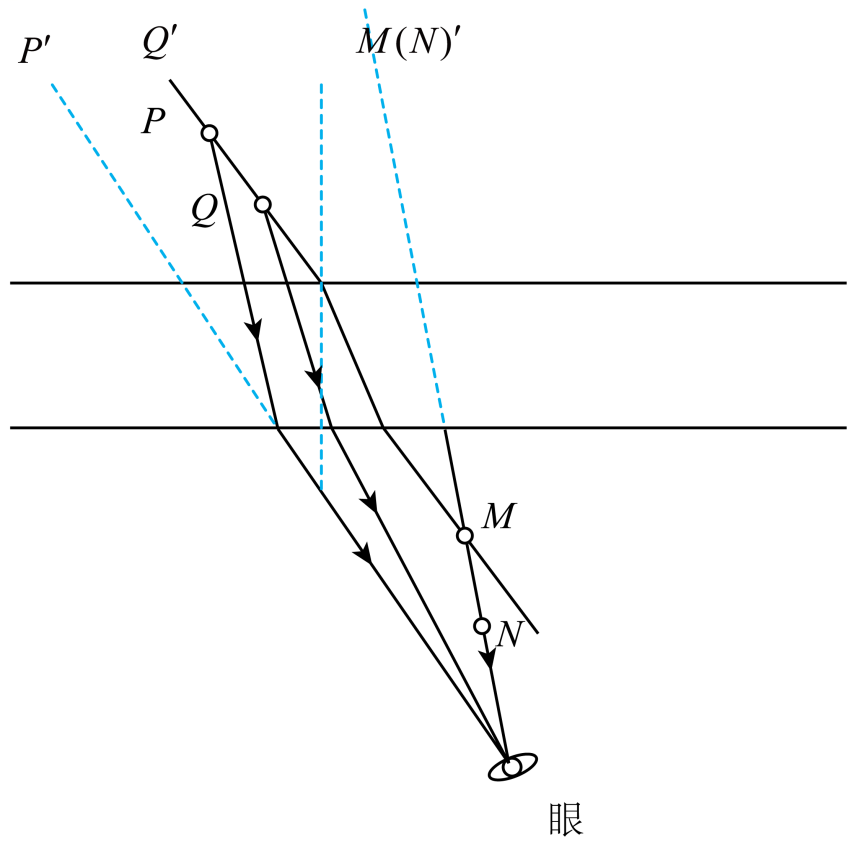


A.  B.  C.  D. 

【答案】A

【解析】

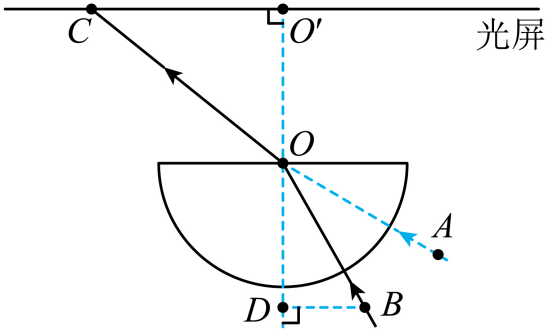
【详解】由图可知



在*N*处对准*PQM*的过程中，假设*MN*位置如图所示，则*PQ*必须按如图所示的光线才能射入人的眼睛，根据像在光线反向延长线上可知，像*P*在最左，其次*Q*，最右为*MN*。

故选A。

【2024.1·贵州】某实验小组在用激光笔测量半圆形玻璃砖折射率的实验中，足够长的光屏与半圆形玻璃砖的直边平行，*O*点为玻璃砖圆心，为法线。当激光沿*AO*方向入射时光屏上未出现光斑；当激光沿*BO*方向入射时光屏上*C*点出现光斑，如图所示。



（1）激光沿*AO*方向入射时光屏上未出现光斑的原因是\_\_\_\_\_\_\_。

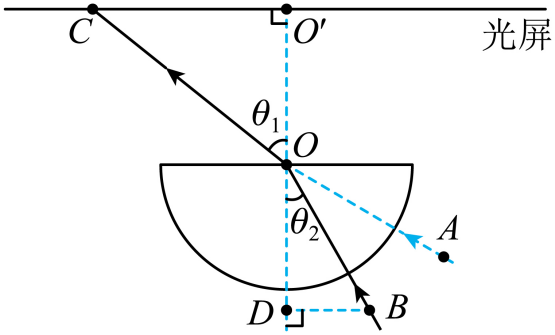
（2）过*B*点作的垂线，垂足为*D*。测得和，则该玻璃砖的折射率\_\_\_\_\_\_（用和表示）。

【答案】 ①. 全反射 ②. 

【解析】

【详解】（1）[1]激光沿*AO*方向入射时光屏上未出现光斑的原因是激光未发生折射，发生全反射；

（2）[2]由图标出折射角和入射角



由图可知

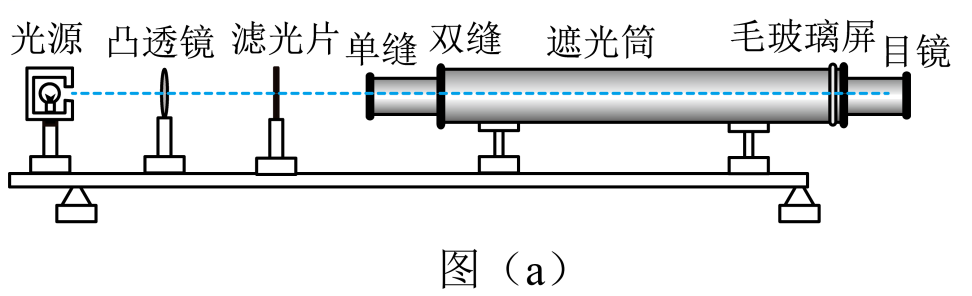




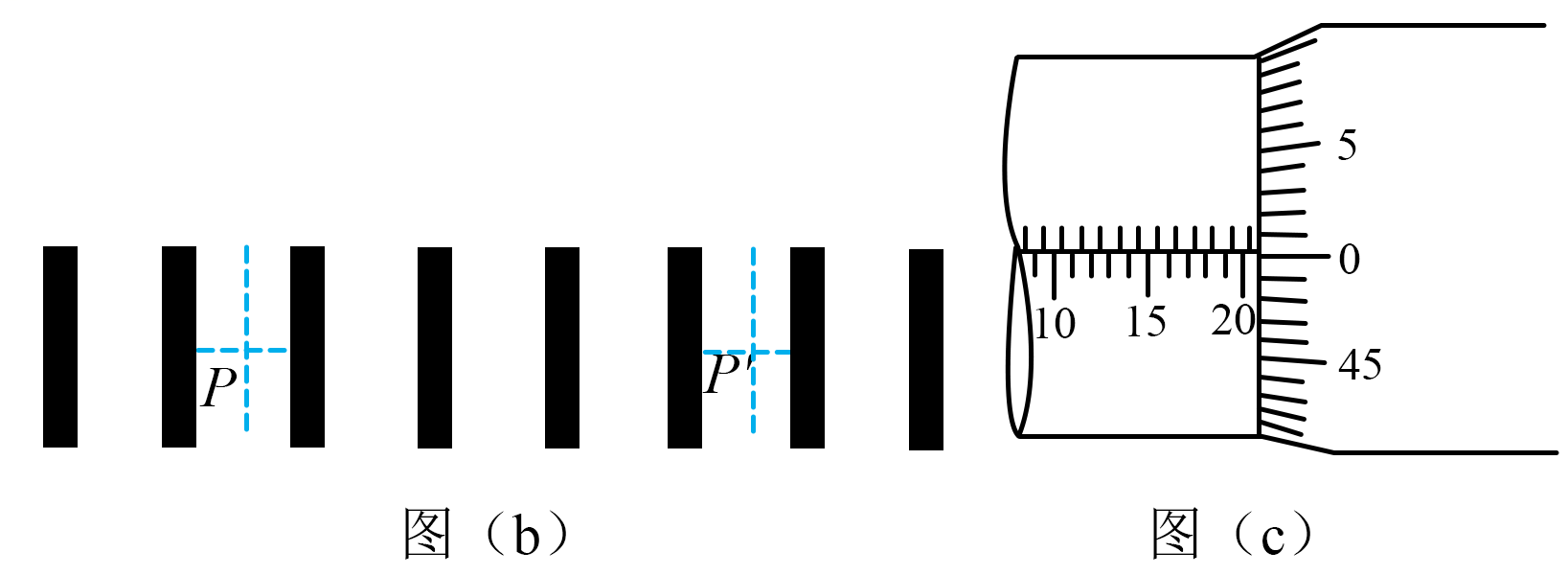
由折射定律可知，该玻璃砖的折射率为



17.【2024.1·安徽】某同学通过双缝干涉实验测量光的波长，实验装置如图（a）所示。



（1）一毛玻璃屏上相邻亮条纹的间距可利用测量头测出，如图（b）所示。先将测量头分划板中心刻线与一明条纹中心*P*重合，其读数为，然后沿同一方向转动手轮，使分划板中心刻线移过4条暗条纹，与另一明条纹中心重合，相应的读数如图（c）所示，该读数为\_\_\_\_\_\_\_。



（2）已知双缝间的距离为，双缝到屏的距离为，此单色光波长是\_\_\_\_\_\_\_\_。（保留三位有效数字）

【答案】 ①. 21.002 ②. 

【解析】

【详解】（1）[1]该读数为



（2）[2]已知条纹间还有3条亮条纹，则相邻两亮条纹的间距为



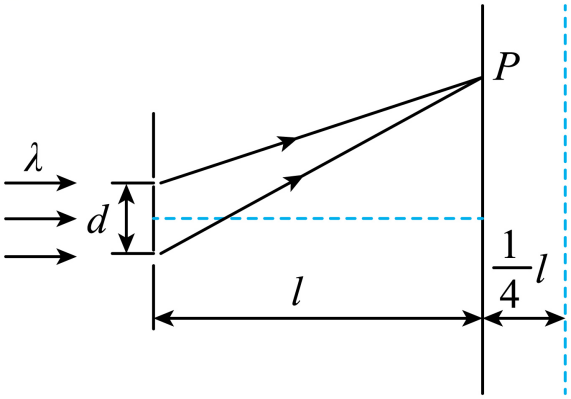
由干涉条纹的间距公式



解得



18.【2024.1·甘肃】如图，波长为单色光，照射到间距为*d*的双缝上，双缝到屏的距离为，屏上观察到明暗相间的条纹。现将屏向右平移，则移动前和移动后，屏上两相邻亮条纹中心的间距之比为（　　）



A.  B.  C.  D. 

【答案】C

【解析】

【详解】移动前屏上两相邻亮条纹中心的间距



移动后屏上两相邻亮条纹中心的间距

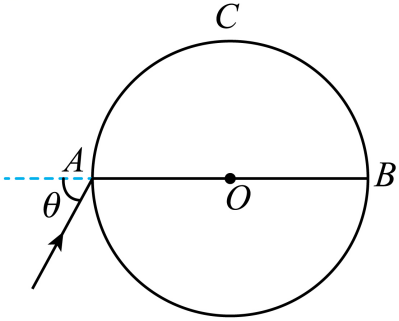


屏上两相邻亮条纹中心的间距之比为



故选C。

19.【2024.1·甘肃】图为一透明均匀介质球的横截面，为圆心，为直径。一束光以从*A*点入射，弧面出射的光与平行。下列说法正确的是（　　）



A. 介质球的折射率约为

B. 介质球的折射率约为

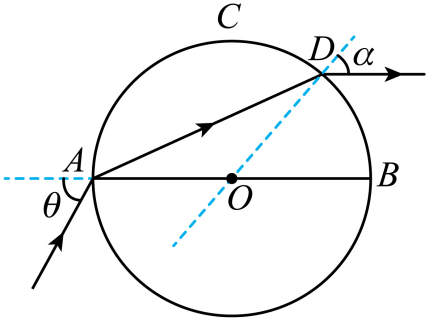
C. 在变化时，弧面上观察不到全反射现象

D. 若入射光为白光，弧面上出射光形成彩色光带

【答案】BCD

【解析】

【详解】AB．根据题意，由折射定律画出光路图，如图所示



由几何关系有



可知



则有



折射率



故A错误，B正确；

C．由AB分析可知，光线在弧面上的入射角等于在点的折射角，则在变化时，不可能在弧面上发生全反射，故C正确；

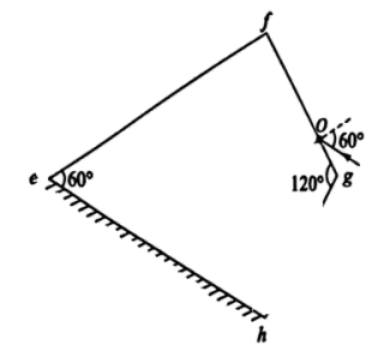
D．若入射光为白光，由于各种颜射的光的折射率不同，则各种颜射的光在弧面上的出射点不一样，将形成彩色光带，故D正确。

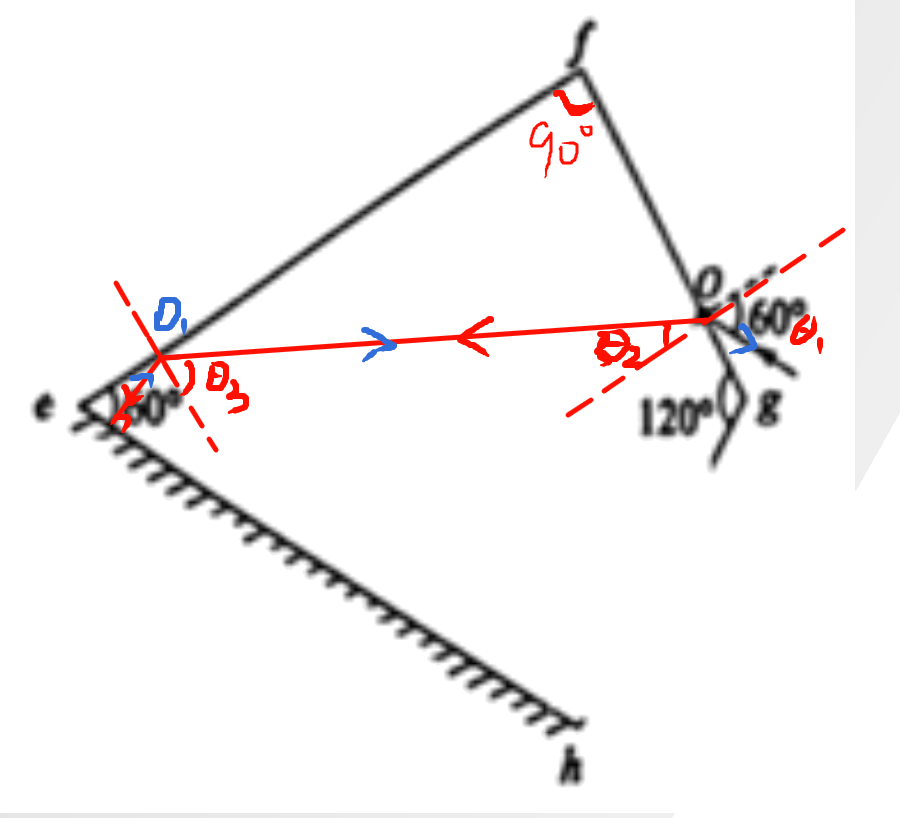
故选BCD。

20.【2024.1·广西】光学反射棱镜被广泛应用于摄像、校准等领域，其中一种棱镜的截面如图，*eh*边为镀膜反射面，，棱镜的折射率为，光在真空中的传播速度为，若细光束从*O*点以的入射角从真空射入棱镜，求：

（1）光在上述棱镜中传播速度的大小；

（2）光束从棱镜中射出的折射角，并完成光路图。



【答案】（1）；（2），

【解析】

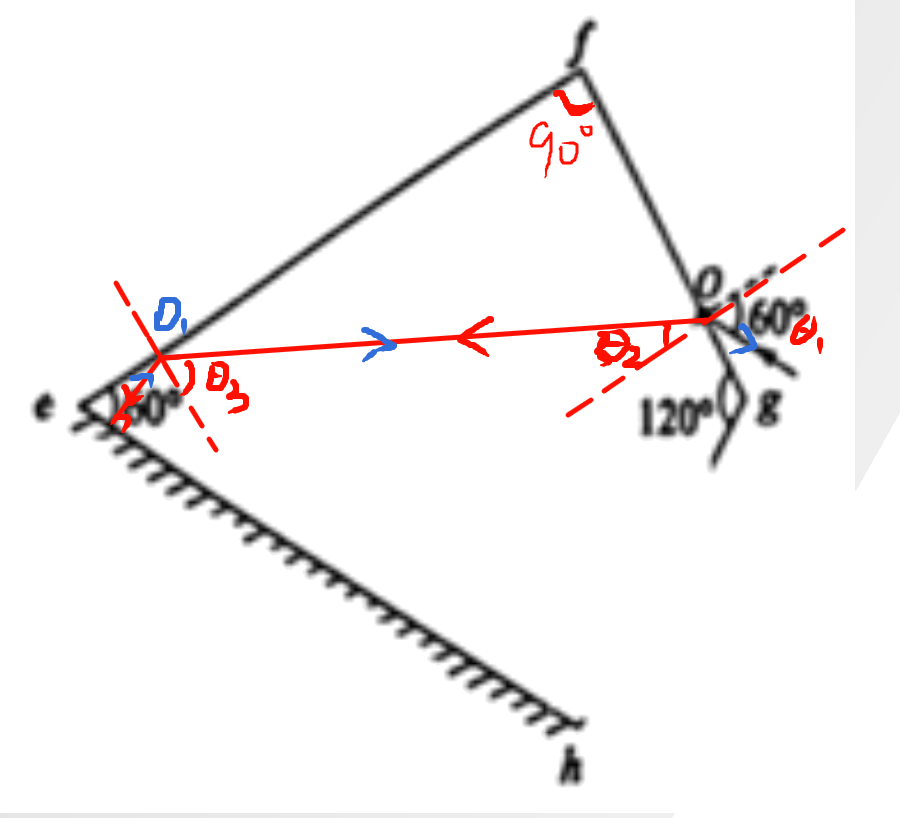
【详解】（1）由光的折射定律



可得光在上述棱镜中传播速度的大小为



（2）作出光路图如图所示



由光的折射定律



其中



解得



由图可知



根据可得，临界角为



故光线在处发生全反射，根据几何关系可知，光线垂直射到*eh*边，根据光路的可逆性，则光线沿着原路返回，故光线在处发生折射，根据几何关系，光束从棱镜中射出的折射角为。