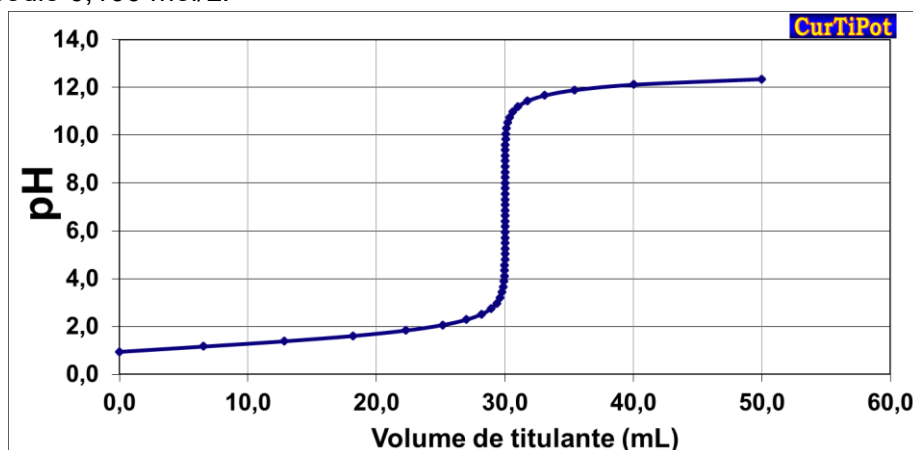


- A - O exame possui 10 questões analítico expositivas e vale 100 pontos.
- B - A resposta de cada questão deve ocupar apenas o espaço destinado à mesma na folha de resposta.
- C - Para cada questão deverá ser utilizada uma folha de resposta. Utilize o verso se precisar.
- D - Para resolução é permitido o uso apenas de lápis, borracha, caneta e régua.
- E - Não é permitido o uso de calculadoras ou celulares.
- F - A sua identificação é feita apenas na folha de respostas.

1. A titulação é um procedimento que pode ser utilizado para determinar a quantidade de ácido em uma solução. Para realizar esse procedimento, uma amostra é obtida e a esta adicionam-se alíquotas de uma solução contendo uma base. Para realização de cálculos, utiliza-se o volume de titulante (neste caso a solução básica) gasto até que a reação ocorra de forma estequiométrica. No gráfico abaixo apresentam-se os valores de pH medidos durante um procedimento de titulação de 20,0 mL de uma solução contendo ácido clorídrico. Como titulante, utilizou-se uma solução de hidróxido de sódio 0,100 mol/L.

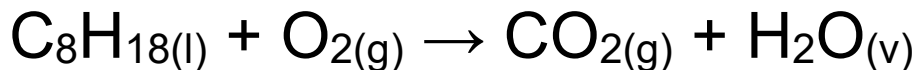


Fonte: Equipe ONC

Com base na imagem e no texto apresentados, responda às questões abaixo.

- a) Qual a concentração (em mol/L) de ácido na amostra submetida ao procedimento de titulação?
- b) Caso seja necessário realizar esse procedimento com uma amostra aquosa que tenha sido preparada com óxido de cálcio, qual o titulante a ser utilizado e qual o perfil esperado para a curva de medida de pH?

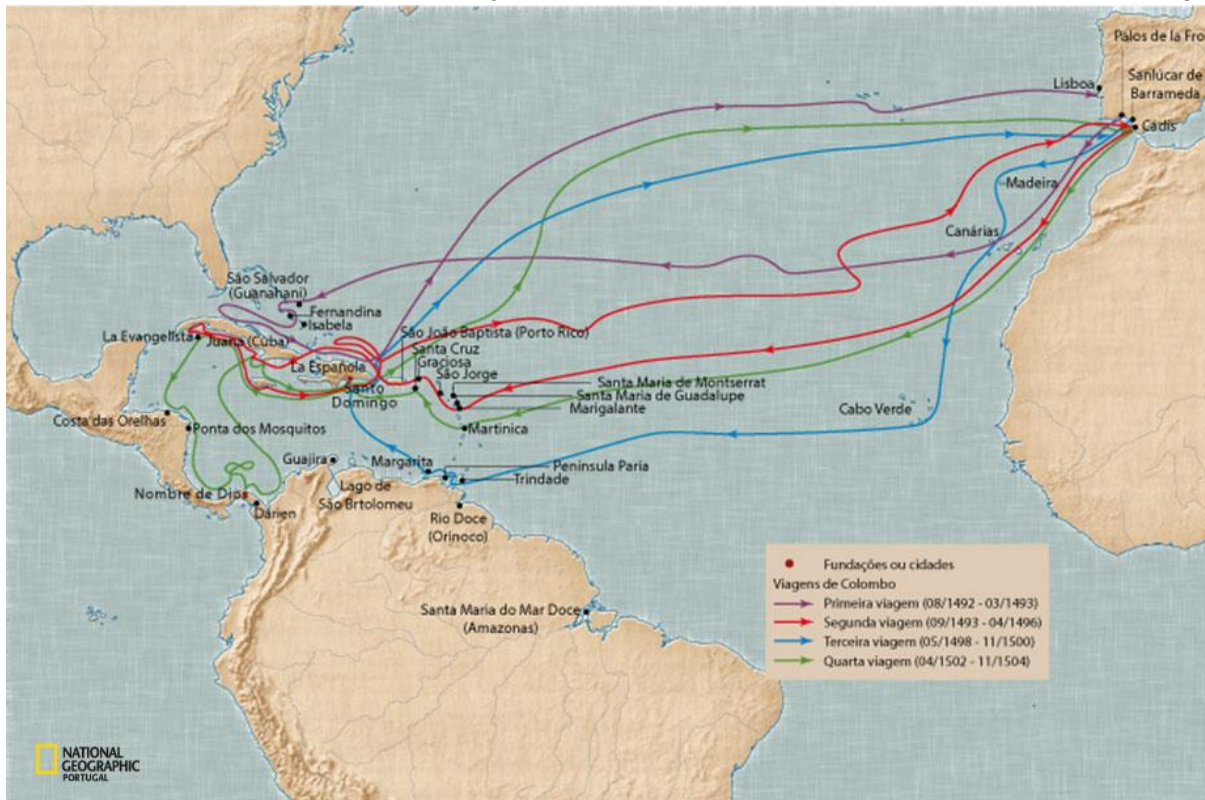
2. Em janeiro de 2024, quatro jovens vieram a falecer no interior de um veículo. Laudos indicaram que as mortes ocorreram por asfixia. Segundo perícia, o incidente ocorreu devido a alterações irregulares do sistema de exaustão dos gases do motor. Para gerar maior potência, os gases formados no motor foram desviados e não passavam pelo catalisador. Com a ocorrência de um vazamento no sistema, monóxido de carbono foi introduzido no interior do veículo através do ar condicionado. O monóxido de carbono é um gás tóxico, inodoro e incolor que, quando inalado em altas concentrações, liga-se à hemoglobina e inviabiliza o transporte de oxigênio no corpo. Abaixo, apresenta-se uma equação química não balanceada para representar a combustão de uma substância orgânica representativa da gasolina.



Com base na equação e no texto apresentados, responda às questões abaixo.

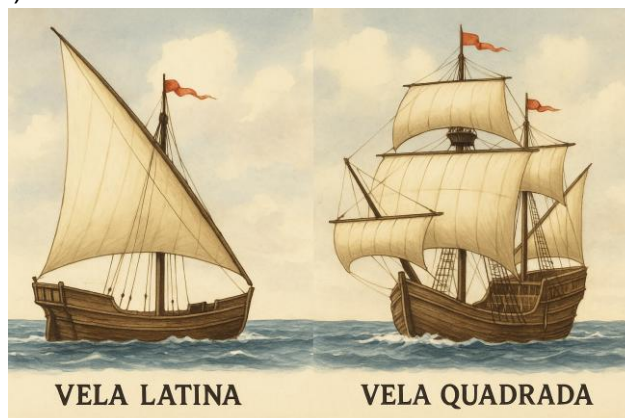
- a) Em uma reação de combustão, a formação de monóxido de carbono é resultado de quê?
- b) Apresente a equação química balanceada do processo de combustão considerando total conversão do combustível apresentado em monóxido de carbono.
- c) Qual a função de um catalisador em reações químicas no geral?
- d) Qual a equação química balanceada correspondente de sua ação no exemplo apresentado no texto?

3. Cristóvão Colombo foi o primeiro navegador europeu, a mando do governo da Espanha, a comandar expedições que chegaram às Américas. Realizou quatro viagens no total, tendo visitado várias localidades desse território. Veja o mapa abaixo que mostra as rotas dessas expedições.



Fonte: nationalgeographic.pt

O sentido dos ventos na travessia do Atlântico, na rota traçada por Colombo, é predominantemente de popa — ou seja, soprando por trás. Nessa situação, as velas quadradas (ou redondas) são mais eficientes. Por esse motivo, Colombo mandou substituir as velas latinas de suas embarcações, embora estas fossem mais ágeis e permitissem uma melhor navegação “contra o vento” (à bolina ou à orça).



Fonte: imagem gerada por IA (Equipe ONC)

Do ponto de vista da Física das embarcações, o vento de popa atuando sobre uma vela gera uma força propulsora que pode ser calculada por meio da fórmula da força de resistência (ou de arrasto): $F_{\text{vento}} = 0,5C_x \cdot A \cdot \rho \cdot V_{\text{rel}}^2$, onde V_{rel} é a velocidade do ar em relação ao barco. Nesse contexto, além do coeficiente aerodinâmico C_x da vela quadrada ser maior do que o da vela latina, a área transversal efetiva (A) também é maior, em condições de vento de popa, levando em consideração a disposição da vela, dos mastros e dos estais (cabos) da época. Isso corrobora com as conclusões empíricas de Colombo.

A partir do mapa, dos conhecimentos sobre a expansão marítima espanhola e da Física das embarcações, responda:

a) Qual o papel das viagens de Colombo nas relações políticas entre Espanha e Portugal? Explique.

b) Digamos que a Caravela Niña, usada por Colombo em três expedições, sofria uma força de resistência da água igual a $R = 200.V$, com R e V nas unidades do SI, sendo V a velocidade do barco em relação à água. Qual seria a velocidade dessa embarcação em movimento uniforme, sob vento de popa de 10 m/s em relação ao solo, usando apenas uma vela quadrada de $A = 50 \text{ m}^2$ como propulsão? Considere que a densidade do ar é $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $C_x = 2,5$ e a água parada em relação ao solo (sem correnteza).

4. No contexto das disputas entre os impérios europeus nos séculos XVI e XVII, a linha que separava a pirataria da guerra era tênue. Os corsários eram navegadores que, embora agissem de forma muito semelhante aos piratas, pilhando navios e cidades, o faziam sob a proteção de uma 'carta de corso' emitida por um monarca. Essa licença os autorizava a atacar e saquear embarcações de nações inimigas. Para a Coroa inglesa, por exemplo, financiar corsários como Francis Drake era uma maneira barata e eficaz de enfraquecer o Império Espanhol, que monopolizava as ricas rotas do ouro e da prata no Atlântico, sem a necessidade de declarar uma guerra formal.

Fonte: MELLO, Evaldo Cabral de. **O Negócio do Brasil: Portugal, os Países Baixos e o Nordeste, 1641-1669**. São Paulo: Companhia de Bolso, 2011. Acesso em: 24 jul. 2025 (adaptada).

Réplica do *Golden Hind* (Corsa Dourada), navio utilizado pelo corsário Francis Drake



Fonte: <https://commons.wikimedia.org>

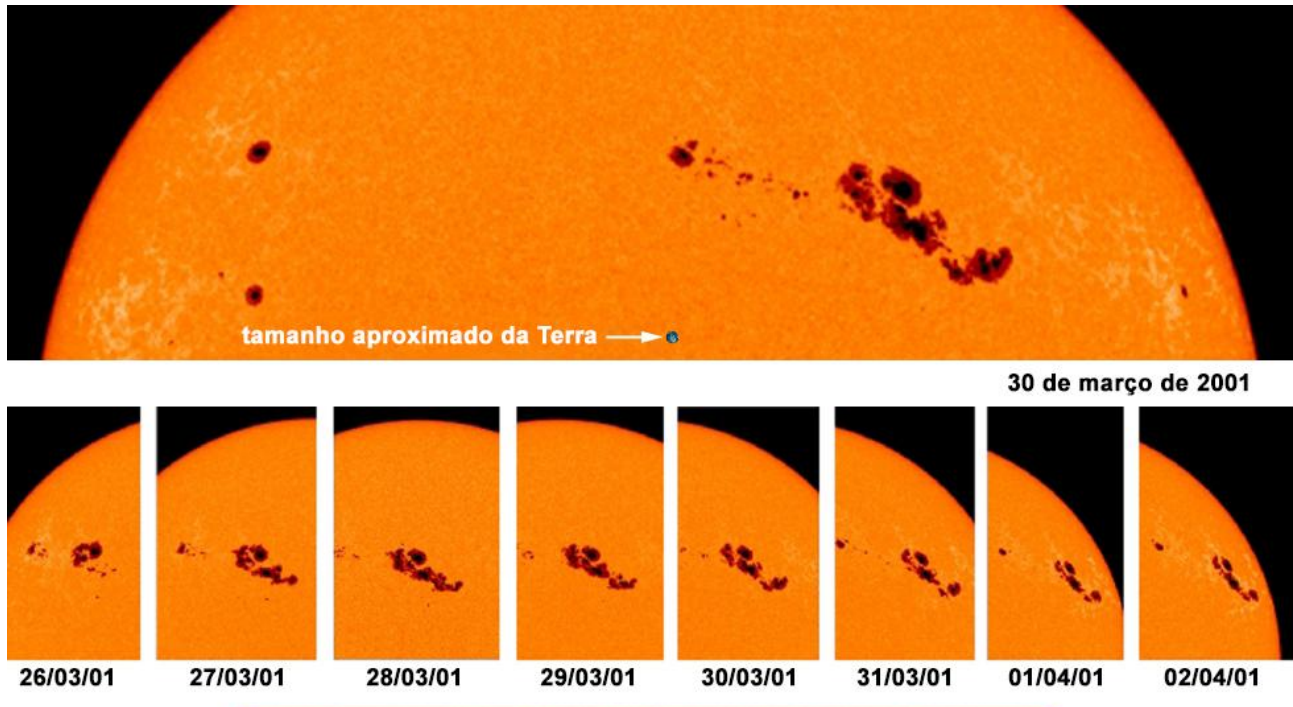
Sobre as atribuições e contexto de surgimento dos corsários entre os séculos XVI e XVII, responda às questões a seguir.

a) Diferencie piratas de corsários e explique por que as monarquias europeias, como a inglesa, concediam as "cartas de corso".

b) Analise como a atuação dos corsários no Oceano Atlântico se relaciona com as práticas do mercantilismo e a competição entre os Estados Nacionais Modernos pelo controle das rotas comerciais e das riquezas coloniais.

5. Manchas Solares são áreas mais escuras na superfície visível do Sol causadas por uma concentração de campos magnéticos distorcidos, que podem gerar poderosas erupções solares e ejeções de massa da Coroa Solar.

Na imagem a seguir, vemos, em detalhe, um gigantesco grupo de manchas solares registrado, sempre ao meio-dia, do dia 26 de março (primeira foto) até o dia 2 de abril de 2021 (última foto). A título de comparação de tamanhos, é também apresentado na imagem uma ilustração do planeta Terra.



Fonte: SOHO (ESA & NASA) (adaptado).

Podemos definir as coordenadas na superfície visível do Sol do mesmo modo que definimos as coordenadas terrestres: em latitudes e longitudes. Neste caso, latitudes solares e longitudes solares. O centro do disco solar tem latitude solar = 0° e longitude solar = 0° .

Considere que o centro geométrico desse gigantesco grupo de manchas solares seguiu as seguintes coordenadas:

Dia	Lat. Solar	Long. Solar
26/março	$+30^\circ$	-50°
02/abril	$+32^\circ$	$+54^\circ$

Fonte: Equipe ONC.

Baseado nas informações fornecidas responda: para o período indicado de 8 dias,

- qual é a taxa de variação diária da latitude solar do centro geométrico do grupo de manchas?
- qual é a taxa de variação diária da longitude solar do centro geométrico do grupo de manchas?

6. O poder de captação **P** de luz de um telescópio é determinado, principalmente, pela área de sua abertura (a abertura através da qual a luz é coletada). A fórmula para o poder de captação de luz pode ser expressa em termos da área da abertura:

$$P = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

Onde **D** é o diâmetro da lente objetiva do instrumento, no caso de um telescópio refrator ou o diâmetro do seu espelho principal, no caso de um telescópio refletor.

Podemos considerar nossos olhos como nossa lente objetiva para ver o mundo e nossa pupila, sua abertura.

Vamos considerar que você possui um binóculo 8×42 (o que significa uma ampliação de 8× e uma objetiva de 42 mm de abertura) e que você usa para observar a paisagem e o céu.

Com base no que foi exposto, responda às questões a seguir.

- a) Compare o poder de captação **P** do seu binóculo em relação ao seu olho em um dia ensolarado, quando sua pupila está muito contraída, com 2 mm de abertura, e em uma noite bem escura de observação astronômica, quando sua pupila está bem adaptada à escuridão, com 6 mm de abertura.
- b) Em que situação o binóculo é mais eficiente para captar luz do que o seu olho? O quão mais eficiente?

7. As angiospermas evoluíram flores adaptadas a diferentes vetores de polinização: vento ou animais, como insetos, aves e mamíferos. Analise os dados da tabela abaixo que mostra algumas dessas adaptações.

Polinizador	Cor	Odor	Néctar/Pólen	Forma floral
Vento	Verde/amarronzada, sem pétalas	Ausente	Muito pólen, sem néctar	Estigmas plumosos, anteras expostas
Borboletas	Lilás/rosa/arroxeadas	Suave	Abundante	Tubular com plataforma para pouso
Moscas	Marrom/escuro	Putrefato	Pouco néctar	Abertura rasa ou em região central
Aves	Vermelho/rosa/laranja/branco	Ausente	Abundante	Tubular ou larga sem plataforma para pouso
Morcegos	Branco/claridade noturna	Forte	Abundante	Grande, aberto à noite
Mamíferos	Opaco/discreto	Forte	Abundante	Copo robusto, acessível à língua

Imagens para análise:

Ipomoea longistaminea



Rafflesia sp.



Fontes: inaturalist.org e wikimedia.org

De acordo com o enunciado e os dados presentes na tabela e nas figuras, responda às questões a seguir.

a) Cite duas características exclusivas das angiospermas, além das flores, uma relacionada à fecundação e outra aos vasos condutores de seiva que as diferenciam de outros grupos de plantas terrestres.

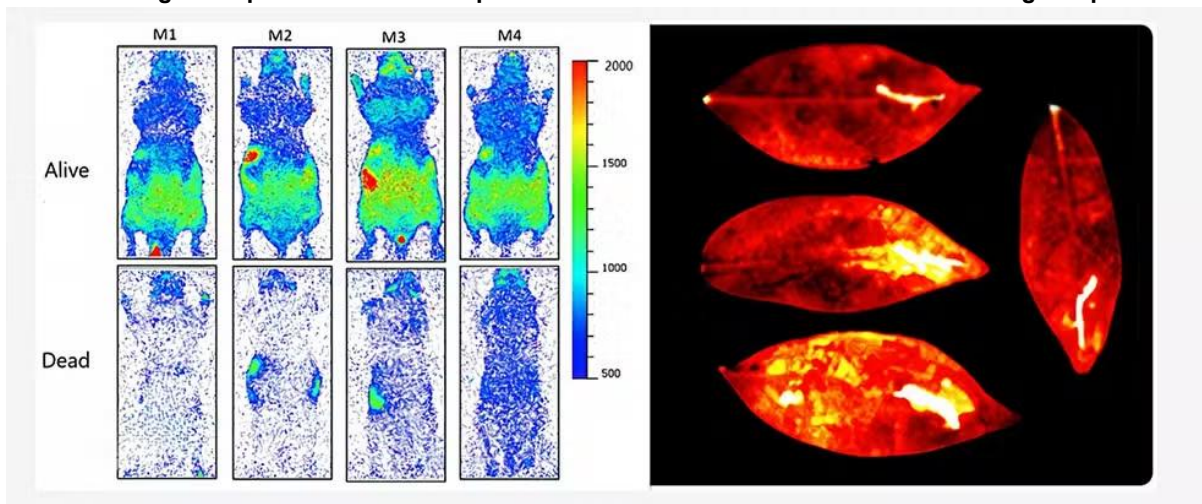
b) Com base nas imagens das flores, identifique o polinizador de cada uma e justifique com base na tabela.

8. De acordo com um estudo de pesquisadores da Universidade de Calgary, no Canadá, os seres vivos emitem uma "luz da vida" que se apaga após a morte. Trata-se da Emissão de Fótons Ultrafraca (UPE, em inglês) uma luz de intensidade extremamente baixa e invisível a olho nu. A descoberta foi publicada no "The Journal of Physical Chemistry Letters" em abril e aponta que todos os seres vivos emitem essa luz de fótons a partir de reações bioquímicas do organismo. Ela ocorre a partir da produção de Espécies Reativas de Oxigênio (ROS), que são subprodutos naturais do metabolismo celular.

Quando um organismo está sob estresse, ele pode ativar vias bioquímicas que geram ROS. Um excesso de produção de ROS pode levar ao estresse oxidativo, o que, por sua vez, induz processos de excitação e transferência de elétrons, resultando na emissão de UPE.

Fonte: g1.globo.com/ciencia

Imagens capturadas durante experimento mostram "luz da vida" em camundongos e plantas.



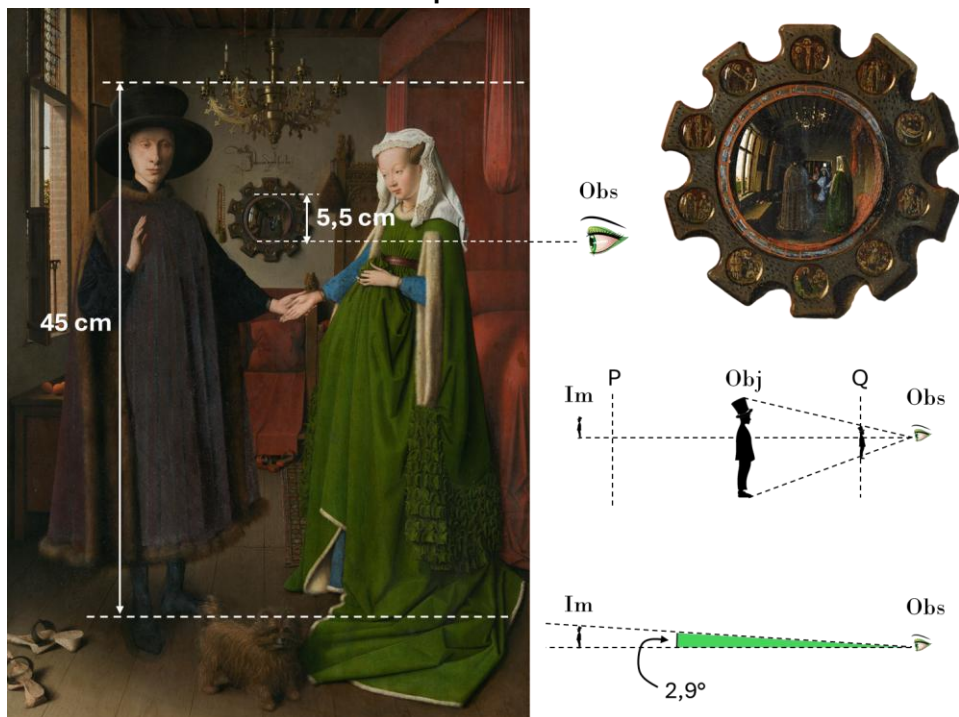
Fonte: The Journal of Physical Chemistry Letters (2025)

Com base nos dados do enunciado, responda os itens a seguir.

- Explique o que são as espécies reativas de oxigênio (ROS). Cite um exemplo de ROS.
- Nos animais e nas plantas, na ausência de luz, cite em qual organela as ROS são produzidas e explique como ocorre essa produção.
- Apoptose e necrose são processos diferentes. Com base nisso, qual desses processos está mais associado à emissão de luz observado no estudo citado, justifique a sua resposta.

9. O Renascimento foi impulsionado por uma forte tendência de representar o mundo de forma mais fiel e científica, inspirada pela Antiguidade Clássica. Nas artes visuais, essa motivação foi traduzida na reprodução realista do que estava sendo pintado. Um exemplo claro desse realismo encontra-se no quadro “O Casal Arnolfini” de Jan van Erick, de 1434. A riqueza de detalhes dessa obra é tão impressionante que a imagem do ambiente produzida por um espelho convexo de 55 cm de diâmetro localizado na parede oposta ao pintor, foi retratada com maestria no quadro em um círculo de 5,5 cm de diâmetro. Além disso, essa pintura reproduz com a ilusão de profundidade graças a uma técnica que passou a ser usada na pintura nesse período: a perspectiva linear. Graças a ela, todos os comprimentos ilustrados seguem à risca o que o pintor está vendo. Essa escolha de Jan van Erick traduz o desejo do renascentista de enxergar imparcialmente a realidade.

Estudo métrico da pintura “O Casal Arnolfini”



Fonte: Imagem encontrada no pt.wikipedia.org e estudo geométrico feito pela Equipe ONC.

Com base no contexto apresentado no enunciado, responda às perguntas abaixo.

a) Nos estudos em História da Arte, há discussões sobre a identidade do casal retratado. No entanto, sabe-se que eles representam um grupo social que ganhou força na Baixa Idade Média: a burguesia comercial. Considerando o contexto histórico do Renascimento, cite e explique duas ações desse grupo que contribuíram para o Renascimento Cultural.

b) Estima-se que o Sr. Arnolfini (Obj) tinha cerca de 1,80 m, que Jan van Erick (Obs) pintou a 1,0 m do quadro (Q) e que seus olhos estavam no nível da borda inferior do espelho, localizado na parede P, conforme o estudo métrico apresentado. Considerando esse valores, o ângulo de visão que o pintor tinha da imagem (Im) do Sr. Arnolfini produzida pelo espelho foi de $2,9^\circ$ — cuja tangente é igual a 0,05. Determine o raio de curvatura do espelho retratado, sabendo que ele foi produzido por um vidreiro veneziano muito detalhista.

10. A rede mundial de distribuição de petróleo e gás conta com mais de 30 mil quilômetros de oleodutos submarinos, que podem atingir até 300 metros de profundidade. Eventualmente, esses dutos precisam passar por manutenção e ajustes, realizados por mergulhadores altamente qualificados — uma das profissões mais perigosas do mundo. Esses profissionais estão sujeitos a diversos riscos, que vão desde a perda de consciência, devido ao trabalho em pressões extremamente altas por longos períodos, até a morte, caso a descompressão seja feita de forma inadequada. Esses perigos estão principalmente relacionados à alta concentração de nitrogênio presente na composição do ar atmosférico.



Atualmente, ainda no navio de apoio, esses mergulhadores são confinados em alojamentos onde o ar é trocado pelo **trimix**: uma mistura gasosa com baixa quantidade de nitrogênio e alta quantidade de hélio, um gás não tóxico. Além disso, o ambiente é mantido na mesma pressão daquela que encontrará na profundidade que realizará o trabalho (**pressão de trabalho**). Os mergulhadores são levados para o local do trabalho em recipientes fechados chamados de **sinos de mergulho**. Apenas na profundidade de trabalho, uma escotilha na parte inferior do sino é aberta para os mergulhadores entrarem na água com o corpo já acostumados à pressão de trabalho. Para identificar a profundidade do sino, ele é equipado com um emissor pontual de sinal infravermelho (A). Esse sinal é captado por um receptor (B) localizado no navio, acima do nível do mar.

Sobre um grupo de mergulhadores que usam a técnica de mergulho descrita para trabalhar em uma pressão de 10 atm, responda às perguntas abaixo:

a) Quando o sino estiver na profundidade de trabalho, os sinais infravermelhos do emissor chegam no receptor como se a sua fonte estivesse em outra profundidade. Determine essa profundidade aparente do sino.

b) Qual é a quantidade de trimix a 22 °C contida nos 59 m³ de volume interno do alojamento pressurizado onde os mergulhadores fazem as transições de pressão? Dê a resposta em mol, considerando que o trimix é um gás ideal.

Considere para a resolução: velocidade do sinal infravermelho na água é $\frac{2}{3} c$ e no ar é c ; $g = 10 \text{ m/s}^2$, densidade da água do mar = $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, pressão atmosférica = $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$, constante dos gases ideais = 8 J/mol.K e 273 K equivale a $0 \text{ }^\circ\text{C}$