Pregunta 1:

Desde luego la masa de los copos de nieve es pequeña, pero si dejamos que se pose en el trineo o la empujamos lateralmente perpendicularmente al trineo según el sistema de referencia de éste, estaremos imprimiendo cierta cantidad de movimiento hacia delante en el sentido de la marcha a los copos de nieve. Si suponemos nulas las fuerzas de rozamiento y la resistencia del aire, no hay ninguna componente horizontal en las fuerzas externas al sistema trineo-copos de nieve, por lo que tendremos una conservación de la cantidad de movimiento en el eje del movimiento del trineo. Si la velocidad de los copos de nieve en este eje era nula antes del impacto y después "acompañan" al trineo está claro que el trineo irá perdiendo velocidad.

Eso sí, si empujamos los copos desde el trineo de manera que salgan a los lados sin variar su velocidad en el eje de avance del trineo (perpendicularmente según el sistema de referencia del suelo), éste no perderá velocidad. Incluso podríamos acelerar el trineo si fuéramos capaces de remar y empujar los copos de nieve hacia atrás.

Pregunta 2:

a) En el problema clásico del nivel del agua cuando se funde el hielo sin incluir la burbuja de aire el nivel del agua queda igual. El volumen de hielo sumergido es exactamente igual al volumen de todo el bloque de hielo después de fundirse.

Si hay una burbuja de aire en el hielo por debajo del nivel de agua:

-La burbuja dará una flotabilidad extra al hielo, por lo que habrá más hielo por encima del nivel del que tocaría por el equilibrio hidrostático sin el aire. Este hielo extra contribuirá a que suba el nivel de agua.

-Pero el aire se liberará y su volumen será reemplazado por agua. Sería análogo a tener un globo hinchado con aire atado al fondo de la piscina: pinchamos el globo y el aire escapa a la superficie, el volumen que ocupaba el aire es reemplazado por agua, por lo que el nivel baja.

Mi intuición me dice que un efecto contrarrestará al otro perfectamente y el nivel no cambiará. Haremos unos cálculos:

Llamamos v1 al volumen de hielo por encima del nivel del agua, v2 al volumen de hielo por debajo del nivel y v3 al volumen de la burbuja de aire dentro del hielo que está completamente por debajo del nivel del agua. Redondearé las densidades, de manera que la del agua será 1 kg/dm^3, el hielo 0,9 kg/dm^3 y la del aire la consideraré nula.

El peso del bloque de hielo (peso = masa * g = volumen * densidad * g) está contrarrestado por la fuerza de flotación que según el principio de Arquímedes vale igual al peso del volumen de líquido desalojado:

$(v1 +v2)*0.9*g=(v2+v3)*1*g$ (1)

Despejamos v3:

$v3=0.9*v1-0.1*v2$ (2)

El bloque de hielo tiene una masa de:

$m=(v1+v2)*0.9$ (3)

Este hielo una vez fundido ocupará un volumen de v=masa/densidad. La densidad del agua es 1 kg/dm^3:

$vl=0.9*(v1+v2)$ (4)

Por otro lado, el volumen que queda debajo del nivel de agua es:

$v0=v2+v3$ (5)

Si sustituimos v3 de la ecuación (2):

$v0=v2+0.9*v1-0.1*v2$ (6)

$v0=0.9*(v1+v2)$ (7)

Tenemos que v0=vl, en nivel del agua no cambia.

Eso sí, todo esto es suponiendo que dejamos que el agua de la piscina vuelva a la temperatura inicial después de que se haya enfriado por introducir en ella un bloque de hielo. No he hecho números pero me imagino que podría darse el caso de que por la contracción del agua al enfriarse el nivel de agua llegara a bajar.

b) Podemos hacer la aritmética de forma parecida, teniendo en cuenta que esta vez el volumen de plomo tendrá una densidad de aproximadamente 11 kg/dm^3, pero puede verse intuitivamente que el nivel de agua bajará.

El plomo está tirando del hielo hacia abajo, así que habrá más hielo sumergido para contrarrestarlo. De hecho, el volumen extra sumergido será igual al volumen de agua que pese igual que el peso del plomo. En cuanto el plomo quede liberado del bloque de hielo se hundirá y el hielo queda libre de su peso, por lo que recuperará su flotabilidad normal. Si sacamos volumen de hielo del agua, su nivel bajará, y a partir de aquí el problema es como el del caso anterior, por lo que no variará el nivel hasta la completa fusión del hielo.

Pregunta 3:

Si los recipientes tuvieran las paredes rectas, podemos razonar que no habrá flujo de agua de un recipiente al otro. En el fondo del recipiente habrá una presión hidrostática que vale igual al peso de la columna de agua que hay por encima. Si calentamos el líquido, aunque suba la altura de la columna por la dilatación, no cambia la masa de agua que hay encima (ni el peso por descontado) por cada unidad de superficie. Estamos suponiendo que las dimensiones del recipiente no cambian, ya sea porque el material tiene un coeficiente de dilatación despreciable o porque lo estamos refrigerando para mantener su temperatura constante.

a) Si calentamos el agua del recipiente A, que se ensancha, la subida de nivel será menor que la que habría en el caso de un recipiente recto. Por lo tanto habrá una disminución de la presión hidrostática en el fondo y habrá un flujo de agua desde el recipiente B.

b) Si calentamos el agua del recipiente B, que se estrecha, la subida de nivel será mayor que la que habría en el caso de un recipiente recto. Por lo tanto habrá un aumento de la presión hidrostática en el fondo y habrá un flujo de agua hacia el recipiente A.

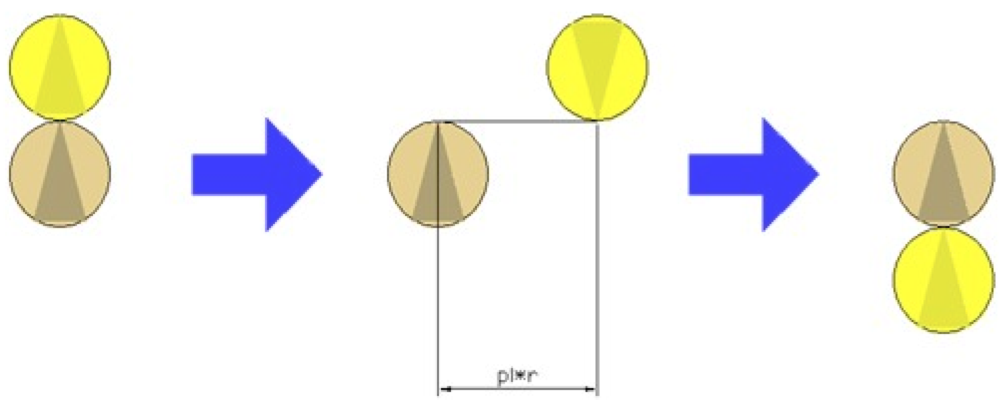
En cualquier caso, hay un flujo de agua del recipiente B al A.

Pregunta 4:

A primera vista puede parecer que la respuesta correcta es la que enseña el segundo dibujo, ya que si giramos la moneda exterior 180º alrededor de la interior, parece lógico que la moneda quede del revés.

Pero el caso es que después de medio giro la moneda volverá a apuntar al mismo sitio, por lo tanto la respuesta correcta es la que indica el primer dibujo, con las dos flechas apuntando hacia arriba. Se trata de un caso simplificado de un engranaje planetario en el que los diámetros del engranaje "sol" y el del "planeta" son iguales. Imaginemos un brazo que une los centros de cada moneda (o engranaje). Por cada grado que gire este brazo, la moneda "planeta" gira 2. Por lo tanto cuando el brazo ha cubierto 90º, la moneda "planeta" ha girado 180º y está mirando hacia abajo. Al completar medio giro el brazo, el "planeta" ha hecho un giro completo.

Otra forma de verlo: desplegamos la semicircunferencia de la moneda "sol" en una línea recta, y hacemos rodar la moneda sobre esta línea. Cuando has acabado la moneda está apuntando hacia abajo. Ahora pliega la línea con la moneda pegada a su extremo otra vez alrededor del “sol” y la moneda vuelve a apuntar hacia arriba. He hecho un dibujito:



Pregunta 5:

Desde luego si se conserva el momento angular aumentará la velocidad lineal con la disminución del radio de giro. En consecuencia la energía cinética de la bola aumentará.

Lo que se me ocurre que tenemos que considerar una energía potencial que se intercambia por la energía cinética. Algo análogo al aumento de velocidad de un asteroide cuando en su órbita pasa cerca de un planeta. De hecho, la bola está cayendo hacia el clavo, y al mismo tiempo el hilo ejerce una fuerza sobre la bola hacia el centro, análoga a la fuerza gravitatoria.