
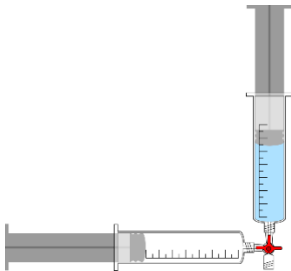
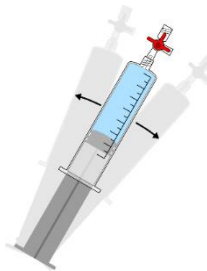
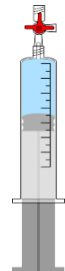
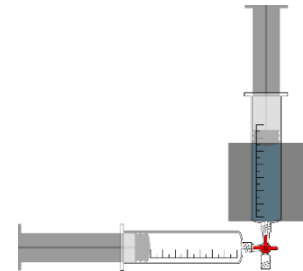


Mineralwasser mal still mal sprudelnd

Untersuchung der Einflüsse von **Temperatur** oder **Druck** auf die Lage eines Gleichgewichtes

| | | |
|---|---|---|
| <p>M1</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Information zur Kohlensäure</p> | <p>Natürliches Mineralwasser enthält ebenso wie „selbstgemachtes“ Sprudelwasser Kohlensäure ($H_2CO_3(aq)$), die ihrerseits durch Lösen von Kohlenstoffdioxid (CO_2) in Wasser gemäß folgender Reaktionsgleichungen entsteht:</p> $CO_{2(g)} \xrightleftharpoons{H_2O} CO_{2(aq)} \quad \text{exotherm}$ $CO_{2(aq)} + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)}$ $H_2CO_{3(aq)} + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$ $K_1 = \frac{c(CO_2)_{aq}}{c(CO_2)_g} \quad K_2 = \frac{c(H_2CO_3)_{aq}}{c(CO_2)_{aq} \cdot c(H_2O)} \quad K_3 = \frac{c(H_3O^+)_{aq} \cdot c(HCO_3^-)_{aq}}{c(H_2CO_3)_{aq} \cdot c(H_2O)}$ <p>Im Folgenden soll untersucht werden, ob die Temperatur oder der Druck einen Einfluss auf die Menge an gelöstem Kohlenstoffdioxid und somit auch auf die Kohlensäuremenge in der Lösung haben.</p> |  <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">Bild frei verfügbar unter Wikimedia Commons.</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Aufgabenstellung</p> | <ol style="list-style-type: none"> Führen Sie V1 und V2 wie beschrieben durch, notieren Sie Ihre Beobachtung und Messergebnisse. Werten Sie die Versuche jeweils hinsichtlich der Versuchsüberschrift aus. [Die Untersuchung zeigt, dass ..., die Hypothese ... konnte damit ..., verallgemeinernd lässt sich festhaltend: je ..., desto ...] Nehmen Sie vergleichend Rückbezug auf die Angaben zur Herstellung von Active O₂ und erläutern Sie die dort dargestellten Maßnahmen des Herstellers. | |
| <p>V1</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Versuchsanleitung: Einfluss Temperatur</p> | <p>Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der Wasserlöslichkeit von Kohlenstoffdioxid (CO₂)</p> <p>Geräte 2 Spritzen (50 mL), Dreiwegehahn, Isolierungen</p> <p>Chemikalien Abgekochtes Wasser mit drei verschiedenen Temperaturen (ca. 4°C, ca. 25°C, ca. 50°C), Kohlenstoffdioxid, ggf. Mischindikator Nr. 5</p> <p>Aufbau und Durchführung</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Eine Spritze wird mit 25 mL Wasser (Raumtemperatur) befüllt, die andere mit 30 mL Kohlenstoffdioxid. Über den Dreiwegehahn wird das Gas zum Wasser gegeben. Der Hahn wird verschlossen und die leere Spritze wird abgeschraubt.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Durch vorsichtiges Schütteln wird das Gas nach und nach im Wasser gelöst.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Zum Ablesen des restlichen Gasvolumens wird die Spritze immer auf ihren Stempel gestellt. Bleibt das Gasvolumen unverändert, wird ermittelt, wie viel Milliliter CO₂ sich in 25 mL Wasser gelöst haben.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Der Versuch wird einmal mit deutlich kälterem oder deutlich wärmerem Wasser wiederholt. Dazu wird die Spritze vorab mit einer Wärmeisolierung überzogen, damit sich die Wassertemperatur während des Versuchs möglichst wenig verändert.</p> </div> </div> <p>Sicherheitshinweise Schutzbrille tragen</p> <p>Entsorgung: Über den Abguss.</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">Bilder von David Weninger unter CC-BY-SA.</p> | |

Mineralwasser mal still mal sprudelnd

Untersuchung der Einflüsse von **Temperatur** oder **Druck** auf die Lage eines Gleichgewichtes

V2 Untersuchung der Druckabhängigkeit der Wasserlöslichkeit von Kohlenstoffdioxid (CO₂)

Will man die Druckabhängigkeit untersuchen, empfiehlt es sich, die Menge an enthaltener Kohlensäure über einen Indikator sichtbar zu machen.

Je mehr Kohlensäure enthalten ist, desto geringer ist der pH-Wert der Lösung [vergl. Sie **V1** und **M1** vom **letztem AB**].



Der Mischindikator Nr. 5 ist gut geeignet, dies anzuzeigen (s. Abb. 1). Er wechselt bei einem pH-Wert von ca. 5 die Farbe.

Abb. 1: Mineralwässer mit Mischindikator 5. Links: Stilles Wasser. Rechts: kohlenensäurehaltiges Wasser. Bild von Gregor von Borstel unter CC-BY-SA.

Da bereits unter Normaldruck eine gesättigte Lösung entsteht, stellen wir diese her und untersuchen, ob eine Druckverminderung einen Effekt auf die Wasserlöslichkeit hat.

wir diese her und untersuchen, ob eine Druckverminderung einen Effekt auf die Wasserlöslichkeit hat.

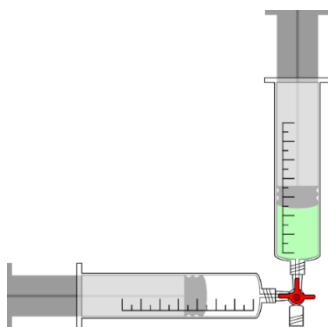
Geräte 2 Spritzen, 1 Dreiwegehahn, ggf. Nagel

Chemikalien Abgekochtes Wasser, Mischindikator Nr. 5, Kohlenstoffdioxid

Aufbau und Durchführung

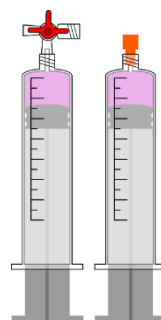
Sicherheitshinweise **Schutzbrille tragen**

Versuchsanleitung: Einfluss Druck



Eine Spritze füllt man ca. zu einem Viertel mit Indikator versetztem Wasser.

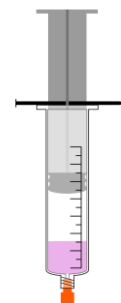
Aus einer weiteren Spritze lässt man durch die Lösung CO₂ sprudeln, bis die Farbe des Indikators nach lila umschlägt.



Die nun gesättigte Lösung wird so auf beide Spritzen verteilt, dass die beiden Spritzen ca. zu 1/8 gefüllt sind.

Den einen Teil der Lösung bewahrt man zum Farbvergleich auf.

Die andere Spritze wird verschlossen...



... und durch kräftiges Ziehen am Stempel ein Unterdruck erzeugt. Der Stempel kann bei großen Spritzen durch ein Loch mit einem Nagel fixiert werden.

Kräftig schütteln, Farben vergleichen!

TIPP: Bei Verwendung einer 10mL Spritze lässt sich ein Unterdruck leicht ziehen!

Entsorgung: Über den Abguss.

Mineralwasser mal still mal sprudelnd

Untersuchung der Einflüsse von **Temperatur** oder **Druck** auf die Lage eines Gleichgewichtes

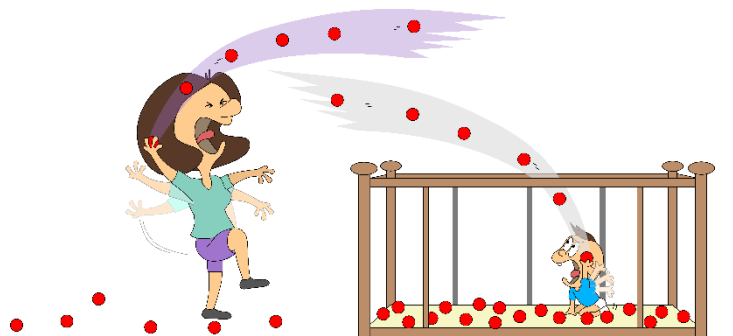
M2 Weiterführende Aufgaben zum Einfluss der Temperatur

- **Beschriften** Sie die Abb. A) bis D) in M2 stichwortartig und berechnen Sie die zugehörigen Wurfgeschwindigkeiten von Mutter und Baby nach der Erhöhung der Temperatur.
- **Nutzen** Sie die modellhaften Abbildungen in M2 zur Erklärung der realen Versuchsergebnissen [... zeigt, bildet ab, entspricht, stellt analog dar, ...] und **verallgemeinern** Sie die Aussage der Analogie unter Verwendung von Fachbegriffen (u. a. Temperatur, Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz).
- **Erklären** Sie die Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf ein sich im Gleichgewicht befindliches System auch unter Verwendung der Ihnen bekannten Boltzmannverteilung und eines Enthalpiediagramms.

A) 36 Bälle sind im Zimmer. Ein Gleichgewicht besteht.

$$v_M = 2 \frac{m^3}{s} \cdot \frac{12 \text{ Bälle}}{4 m^3} = 6 \frac{\text{Bälle}}{s}$$

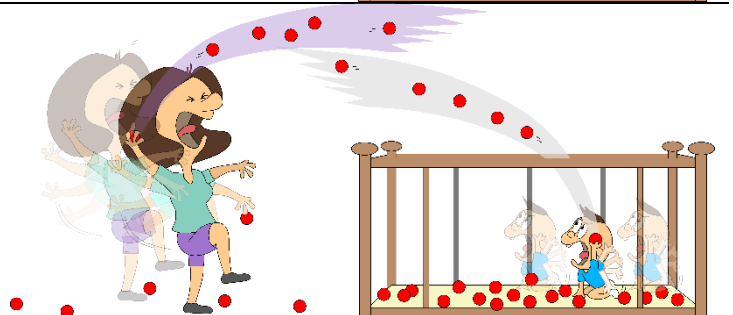
$$v_B = 1 \frac{m^3}{s} \cdot \frac{24 \text{ Bälle}}{4 m^3} = 6 \frac{\text{Bälle}}{s}$$



B) Die Temperatur wird erhöht. Mama und Baby werden agiler! Nun gilt **neu**:

$$k_M = 2,5 \frac{m^3}{s}$$

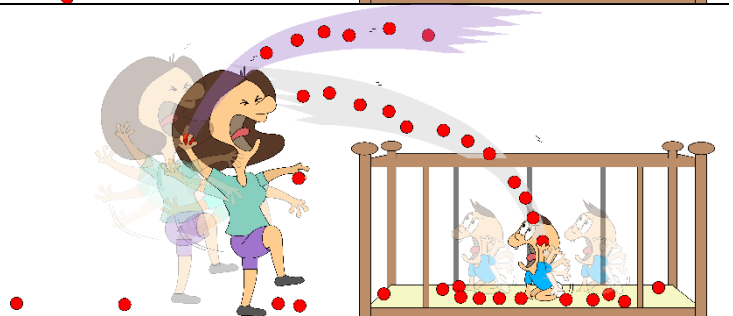
$$k_B = 2 \frac{m^3}{s}$$



C) Die Wurfgeschwindigkeiten ändern sich aufgrund der ...

$$v_M = 2,5 \frac{m^3}{s} \cdot \frac{12 \text{ Bälle}}{4 m^3} = \frac{\text{Bälle}}{s}$$

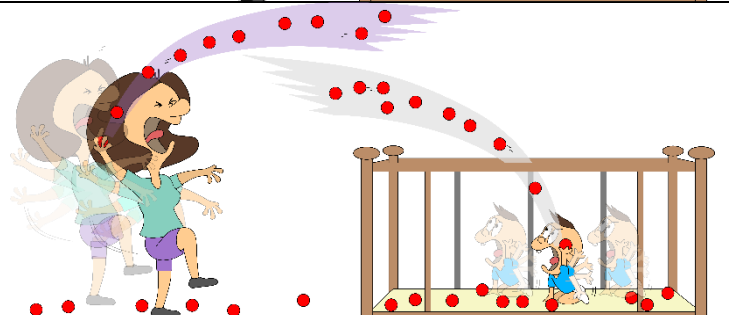
$$v_B = 2 \frac{m^3}{s} \cdot \frac{24 \text{ Bälle}}{4 m^3} = \frac{\text{Bälle}}{s}$$



D) ...

$$v_M = 2,5 \frac{m^3}{s} \cdot \frac{16 \text{ Bälle}}{4 m^3} = \frac{\text{Bälle}}{s}$$

$$v_B = 2 \frac{m^3}{s} \cdot \frac{20 \text{ Bälle}}{4 m^3} = \frac{\text{Bälle}}{s}$$



Zusatzinformation: Bei einer Temperaturerhöhung verändern sich sowohl k_{hin} als auch $k_{\text{rück}}$ und damit auch K ! Allerdings ist die Veränderung von $k_{\text{rück}}$ „wirksamer“ als von k_{hin} . Für die „endotherme“ Reaktion erhalten nun mehr zusätzliche Teilchen die notwendige Mindestenergie als für die „exotherme Reaktion“

Temperaturerhöhung - Analogie in der Bälle Schlacht

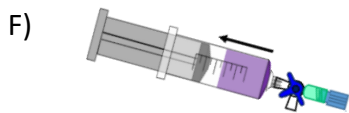
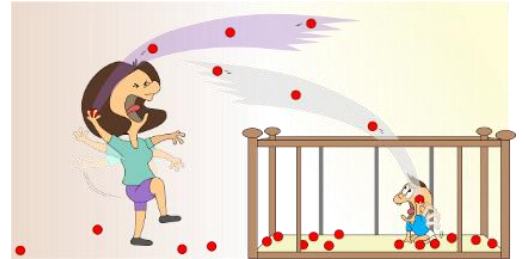
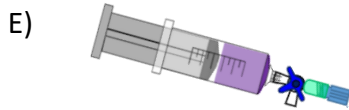
Mineralwasser mal still mal sprudelnd

Untersuchung der Einflüsse von **Temperatur** oder **Druck** auf die Lage eines Gleichgewichtes

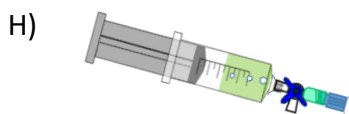
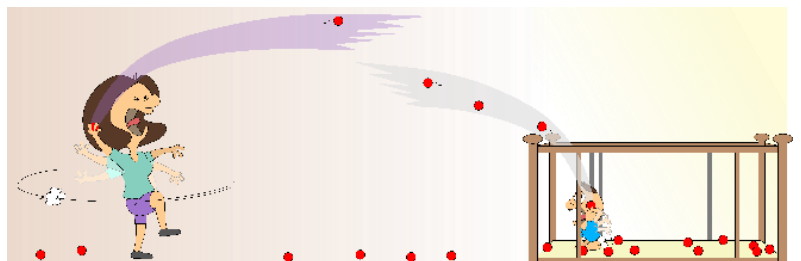
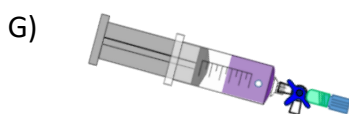
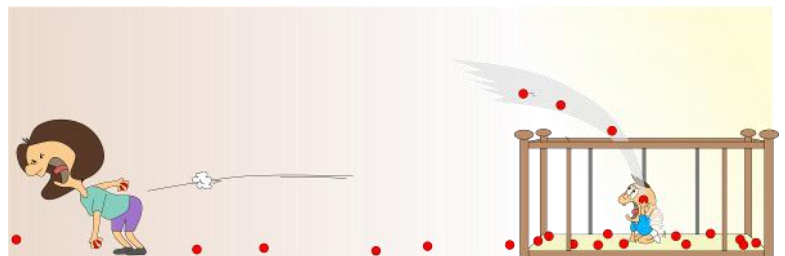
M3 Weiterführende Aufgaben zum Einfluss des Drucks

- **Beschriften** Sie die Abb. E) bis H) in M3. **Stellen** Sie einen Zusammenhang zwischen **der** Analogie und Beobachtungen im Experiment her. Nutzen Sie dabei auch Fachbegriffe (*u. a. Druck, Gas, Flüssigkeit, Phasengrenze, Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz*) und M1.

Druckerniedrigung - Analogie in der Bälle Schlacht



Das Volumen der Gasphase wird vergrößert, der Druck vermindert und das Gleichgewicht gestört.



Mineralwasser mal still mal sprudelnd

Untersuchung der Einflüsse von **Temperatur** oder **Druck** auf die Lage eines Gleichgewichtes

M4 Zur Ermittlung der Löslichkeit von CO₂ wurde in weiteren Experimenten mit Hilfe von reinem CO₂ getestet, wieviel Gramm Gas sich bei verschiedenen Drücken und Temperaturen in Wasser lösen lassen. Die Messergebnisse sind im nebenstehenden Diagramm graphisch dargestellt.

Komplexere Darstellung

Weiterführende Aufgaben zum Diagramm:

- **Leiten** Sie Gesetzmäßigkeiten aus dem Diagramm ab und **erläutern** Sie, inwiefern diese mit den Beobachtungen aus Ihren Versuchen übereinstimmen.
- **Zeichnen** Sie mit Hilfe der Daten ein Diagramm, das die Löslichkeit von CO₂ in Abhängigkeit von der Temperatur für einen Druck von 3 bar darstellt.
- **Stellen** Sie **begründete Vermutungen auf** zu möglichen Veränderungen in den Kurvenverläufen, wenn die zu Grunde liegenden Versuche nicht mit reinem CO₂ (also: CO₂-Gehalt 100%), sondern mit Luft (CO₂-Gehalt 0,04%) durchgeführt würden?

