

Miért emelkedik a víz szintje? – a legjobb magyarázat megtalálása az érvelés segítségével

(forrás: María Pilar Jimenez-Aleixandre, Juan Ramón Gallástegui Otero, Fins Eirexas Santamaría, Blanca Puig Mauriz: Segédletek a vita és az érvelés módszerének bevezetéséhez és használatához a természettudományos oktatásban (2009, Danú) fordította: Tóth Szilvia, lektorálta: Réti Mónika)

A tudománytörténet művelői körében általánosan elfogadott, hogy egy jelenség vagy esemény nemcsak egy(féle) módon magyarázható. A kérdés ezentúl az, hogy miként válasszuk ki, az előismeretek és az elérhető adatokra alapozva, a legjobb magyarázatot. Egy tudományos megállapítás megfogalmazása számos esetben magában foglalja a jelenségeket magyarázó elméletek közül történő választási folyamatot is. A természettudományos tantárgyak óráin a diákokat gyakran arra „kárhóztatjuk”, hogy a középiskolai tudományos elképzelések szerint válasszanak, félretéve vagy figyelmen kívül hagyva az alternatív lehetőségeket.

Azért, hogy az alternatív magyarázatok közti választás problémáját bemutassuk, egy, az égéssel kapcsolatos laboratóriumi kísérlet elvégzését ajánljuk, ráadásul ez a feladat számos feladatgyűjteményben és más szakirodalomban is előfordul. A kísérlet elvégzése során elemezni lehet, hogy mi történik egy csészényi vízben álló égő gyertyával, ha egy üveglombikot borítunk rá.

Két figyelemre méltó esemény történik: az első esetben a tűz elalszik, míg a második esetben a víz szintje egy bizonyos magassáig emelkedik az üveglombikban.

Koncentráljunk az első folyamatra: a láng, miután ráborítottuk a lombikot, elalszik, mivel nincs elegendő oxigén ahhoz, hogy tovább égjen. Mind a tény, mind a magyarázat elfogadható a diákok számára.

Ha a lombikban a vízszint emelkedését vizsgáljuk, akkor két alternatív lehetőséggel állunk szemben és ezért a diákokat kérjük meg arra, hogy érveléssel alátámasztva válasszanak közülük egyet:

a. Miközben a gyertya ég, az oxigén elfogy az üvegben, és a víz az oxigén helyére nyomul be a lombikban.

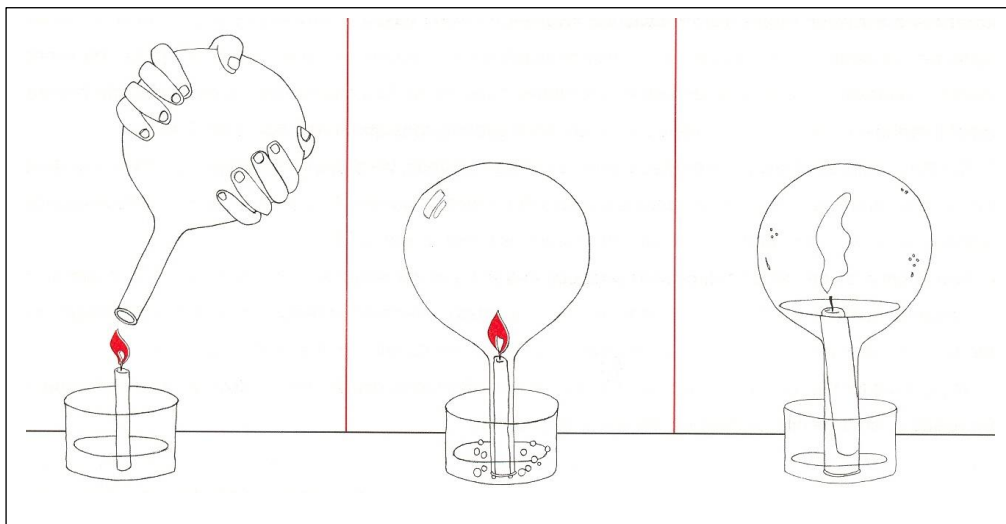
b. Miközben a gyertya ég, a lombikban lévő levegő felmelegszik és kitágul. Ahogy a láng magassága csökken, majd kialszik, úgy hűl a levegő és húzódik össze, és ez okozza a vízszint megemelkedését.

Első lépésként kérjük meg a diákokat, hogy jelezzék vajon az első vagy a második magyarázatot tartják-e adekvátnak a megfigyelés alapján, majd válasszák ki a megfelelőbbet, más szóval azt, amelyik a leginkább alátámasztja az érvelést.

A második lépés, mely lehet kiegészítés, vagy szólhat magasabb tanulmányokat folytató (például érettségire készülő) tanulóknak, további információt szolgáltat: mégpedig azt, hogy a láng anélkül alszik el, hogy a levegőben lévő összes oxigén elhasználódott volna, miként azt a reakciót kísérő sztöchiometriai változások adatai is jól mutatják.

A vízszint emelkedésével kapcsolatban melyik magyarázat egyezik meg az érveléssel?

Helyeztetek egy égő gyertyát egy csészébe vagy bármilyen edénybe, úgy, hogy 1-2 cm magasságban a vízben álljon, majd borítsátok be egy szájával lefelé fordított lombikkal (vagy valamilyen üvegedénnyel). Úgy helyezzétek rá a lombikot, hogy az a vízzel érintkezzen. Így a gyertya most az üveg belsejében ég tovább.



Figyelmesen kövessétek az üvegedényben az eseményeket!

A láng nem sokkal azután, hogy ráborítottátok az üvegburát, elalszik. Meg tudnátok magarázni, hogy miért aludt el a láng?

.....
.....
.....

Egy másik dolog is történik, mégpedig az, hogy a vízszint egy bizonyos magasságig megemelkedik az üvegedényben, kb. az edény 20%-ig.

Miért emelkedik meg a vízszint?

.....
.....
.....

Két különböző magyarázatunk is lehet arra, hogy miért emelkedik meg a vízszint:

Az **A** magyarázat:

Miközben a gyertya ég, az oxigén elfogy az üvegben, és a víz az oxigén helyére nyomul be a lombikban.

A **B** magyarázat:

Miközben a gyertya ég, a lombikban lévő levegő felmelegszik és kitágul. Ahogy a láng csökken, majd kialszik, úgy hűl a levegő és úgy csökken térfogata. Ez okozza a vízszint megemelkedését.

Részletesen elemezve mindazt, ami történt, eldönthetitek, hogy a vízszint megemelkedésével kapcsolatban melyik magyarázat a jobb. Jegyezzétek fel, hogy milyen jelenségeket figyeltek meg, és szerintetek melyik magyarázattal lehet megindokolni őket. Ha szükséges, ismételjétek meg a kísérletet.

1. megfigyelés:

A kísérlet kezdetén, akkor, amikor a gyertya még ég, azt figyeltük meg, hogy az üvegbúra alatt néhány levegőbuborék jelenik meg a vízben.

igen

nem

Mit gondoltok, ez a megfigyelés összhangban van az A magyarázattal?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

Mit gondoltok, ez a megfigyelés összhangban van a B magyarázattal?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

2. megfigyelés:

Néhány másodperc elteltével azt vettük észre, hogy a láng fokozatosan csökken, mígnem kialszik, és a vízszint elkezd megemelkedni az üvegben. A víz folyamatosan emelkedik, még azután is, hogy a láng kialszik.

igen

nem

Mit gondoltok, ez a megfigyelés összhangban van az A magyarázattal?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

Mit gondoltok, ez a megfigyelés összhangban van a B magyarázattal?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....

.....

.....

3. megfigyelés:

Azt vettük észre, hogy a víz addig emelkedik, míg az üveg kb. 20%-át nem töltötte meg.

igen

nem

Mit gondoltok, ez a megfigyelés összhangban van az A magyarázattal?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....

.....

.....

Mit gondoltok, ez a megfigyelés összhangban van a B magyarázattal?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....

.....

.....

Mit gondoltok a két magyarázat (A és B) közül melyik a legjobb?

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

Kiegészítő feladat

A következőkben egy információ két olyan részét adjuk meg, melyek az előző kísérletet kiegészítik. Döntsétek el, hogy az információrészletekhez az a) vagy a b) magyarázat közül melyik a megfelelőbb, és indokoljátok is meg, hogy miért.

Az információ első része:

Az oxigén a levegő 21 V/V%-a. A gyertya lángja akkor alszik el, amikor az oxigén mennyisége 15 V/V%-ra (térfogatszázalékra) lecsökken, azaz mielőtt a levegőben lévő összes oxigén teljesen elfogyna.

Mit gondoltok, az A magyarázat megfelel az információ ezen részének?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

Mit gondoltok, a B magyarázat megfelel az információ ezen részének?

igen

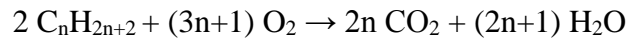
nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

Az információ második része:

A gyertyának nem csak egyféle összetevője van, de az egyszerűség kedvéért most tekintsük úgy, hogy tisztán paraffinból áll, amelynek az általános képlete C_nH_{2n+2} és az égési egyenlete a következő:



Ez azt jelenti, hogy habár az oxigén gázból $3n+1$ mólnyi fogy el, a CO_2 gázból csak $2n$ mólnyi keletkezik, és ezt a $2/3$ -nyi térfogatcsökkenést ellensúlyozza.

Mit gondoltok, az A magyarázat megfelel az információ ezen részének?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

Mit gondoltok, a B magyarázat megfelel az információ ezen részének?

igen

nem

Indokoljátok meg, hogy miért:

.....
.....
.....

Megjegyzések az „égő gyertya” feladathoz

A megfigyelések egy része, annak megfelelően, hogy milyen méretű és alakú üveglombikot borítunk a gyertyára, változhat. Éppen ezért azt javasoljuk, hogy egy körülbelül 1 literes üveglombikot használjanak és így a folyamat 5-10 másodperccel tovább fog tartani. Amikor második alkalommal végzik el a kísérletet, törekedjenek arra, hogy az üveglombik olyan legyen, mint az első alkalommal, vagyis figyeljenek arra, hogy a lombik belsejében kicserélődjön a levegő és ugyanakkor száraz is legyen. Az első lépésként kérjük meg a diákokat, hogy ellenőrizzék, hogy vajon a megfigyelések indokolhatóak-e olyan alternatívával, amely a miénktől különbözik.

Az első megfigyelés magyarázatát érintve, az a tény, hogy a csésze aljáról levegőbuborékok szálltak fel, amikor az égő gyertyára ráborítottuk az üveglombikot, azt jelenti, hogy az első megfigyelésnek csak a *B* magyarázat felel meg, vagyis, hogy a levegő kitágult annak következtében, hogy a láng felmelegítette. Az *A* válasznak megfelelően, vagyis, hogy amíg ég a láng, addig használódik el az oxigén, úgy értelmezhetjük a jelenséget, hogy minél nagyobb a láng, annál nagyobb mértékben fogy a levegő. A gáztérfogatnak az üveglombikban csökkennie kell, nem növekednie.

A második megfigyelést illetően, az a tény, hogy a vízszint akkor kezd el megemelkedni, amikor a láng mérete csökken és addig tart ez az emelkedés, míg a láng ki nem alszik, azt jelenti, hogy a második megfigyelésnek csak a *B* magyarázat felel meg, vagyis, hogy a levegő lehűl, és a térfogata csökken. Az *A* magyarázat, mint alternatív lehetőség nem magyarázza meg a vízszint emelkedését az üveglombikban azzal, hogy a láng egyszer csak kialszik.

A harmadik megfigyelést, vagyis, hogy a víz az üveglombik 20%-át tölti ki, tulajdonképpen mindkét magyarázattal alá lehet támasztani. Az *a* magyarázatnak megfelelően, vagyis, hogy a levegő 21 V/V%-a oxigén valamint, hogy ennek a teljes mennyisége elhasználódik a reakció során, ez magyarázatul szolgál a teljes térfogat 21%-kal történő csökkenésére. A 20 % körüli érték elfogadható. A *B* magyarázat, mely szerint a térfogat 20%-kal történő csökkenése azt jelenti, hogy a lombikban lévő levegő (vagyis az oxigén) 75 °C-ra hűl le, szintén elfogadható.

A kiegészítő kísérletben, az információ első része, miszerint a gyertya akkor alszik el, amikor az oxigén eléri a levegő 15 térfogatszázalékát (Kempa 1976, Lavoisier 1776) csak a *B* magyarázattal kapcsolható össze. A levegő 21 V/V%-a oxigén, így ha a láng kialszik, amikor ez az érték 15 V/V%-ra csökken, akkor 6 %-os térfogatcsökkenést kell feltételeznünk. Ezzel

megerősítést nyert, hogy az *A* lehetőség nem kapcsolható össze az első és a második megfigyeléssel. A harmadik megfigyelés, amely nyilvánvalóan az *A* magyarázattal azon feltevés alapján hozható össze, hogy az oxigén teljes mennyisége felhasználódott, többé már nem kapcsolható össze.

Az információ második része, mely alapján a diákok gyakorlatot szereznek az egyensúly és a sztöchiometria területén, szintén a *B* magyarázatot erősíti meg, vagyis, hogy a $2/3$ -nyi térfogatcsökkenés az oxigén felhasználás következménye, melyet a CO_2 keletkezése ellensúlyoz.

Mindezek ellenére, számos olyan könyv van, amelyben a „gyertya kísérlet”, mint a levegő összetételének tapasztalati úton történő meghatározásának módszereként kerül bemutatásra.