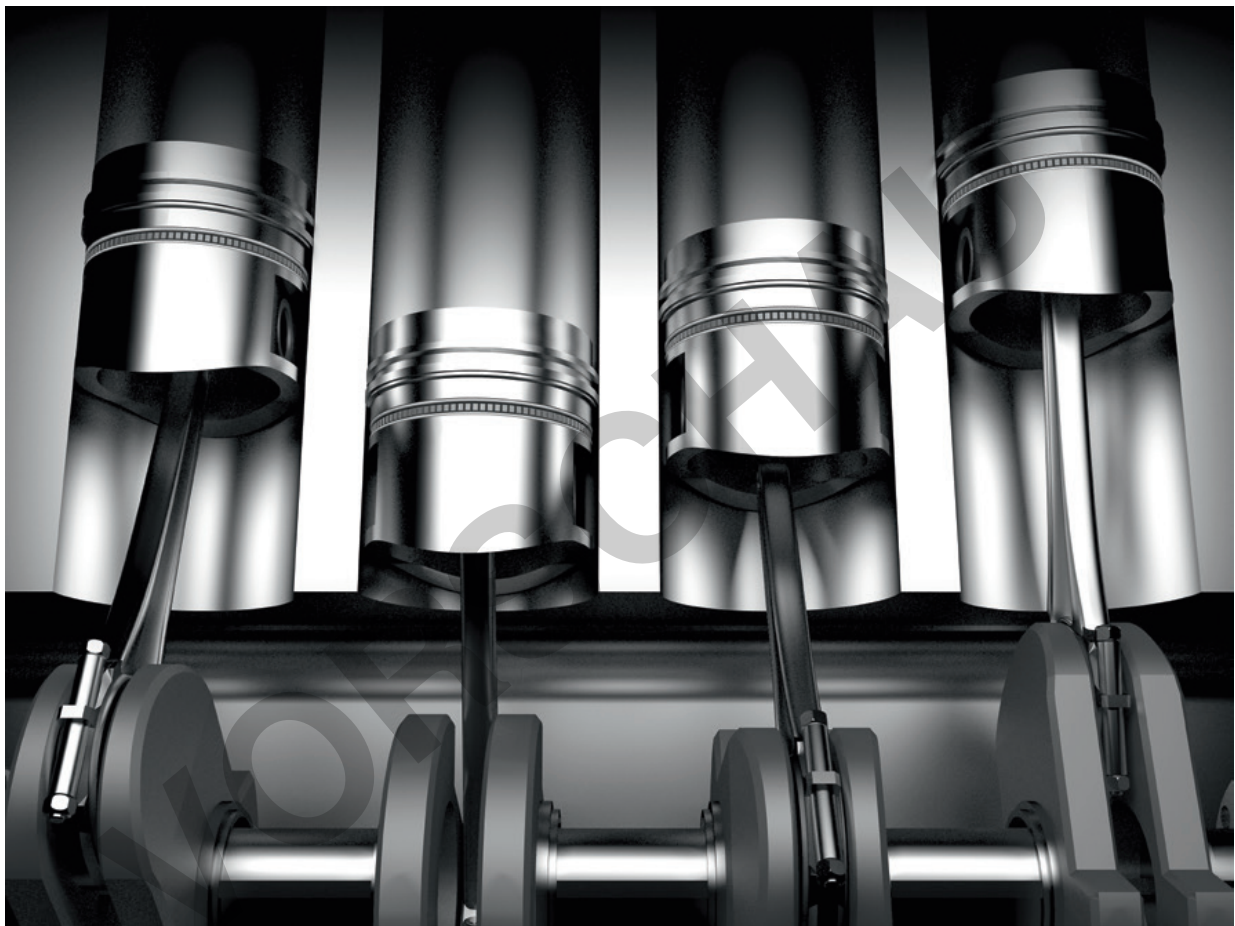


Ein Differenzierungskonzept zur Ermittlung der Volumenarbeit

Ein Beitrag von Dr. Ruggero Noto La Diega



© 3alex/E+/Getty Images Plus

In der Thermodynamik hat die Volumenarbeit einen festen Platz und wird oftmals im Zusammenhang mit der inneren Energie und der Reaktionsenthalpie behandelt. In diesem Beitrag wird die Volumenarbeit am Beispiel der Reaktion von Zink mit Salzsäure experimentell ermittelt. Das Material ist unterrichtserprobt und die Aufgabenstellungen bieten neben der üblichen Differenzierung nach Komplexität auch eine Anregung zur Differenzierung im Bereich der Erkenntnisgewinnung.

Ein Differenzierungskonzept zur Ermittlung der Volumenarbeit

Niveau: grundlegend

Klassenstufe: 11–13

Autor: Dr. Ruggero Noto La Diega

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1: Volumenarbeit	4
M2: Kopiervorlage: differenzierte Aufgabenstellungen	6
M3: Tippkarten zur Versuchsplanung	8
Lösungen	9
Literatur	12

VORSCHAU

Ein Differenzierungskonzept zur Ermittlung der Volumenarbeit

Methodisch-didaktische Hinweise

Die Volumenarbeit hat einen festen Platz in der Thermodynamik und wird meist im Zusammenhang mit der inneren Energie und der Reaktionsenthalpie behandelt. Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der experimentellen Ermittlung der Volumenarbeit am Beispiel der Reaktion von Zink mit Salzsäure. Ein Unterrichtsetting mit differenzierten Angeboten ist auch noch in der Kursphase sinnvoll und empfehlenswert. Das vorliegende Material hat der Autor in seinem Leistungskurs erprobt und eine sehr deutliche Akzeptanz der Differenzierung seitens der Lernenden festgestellt. Häufiger werden Aufgabenstellungen nach Komplexität differenziert, dieses Material bietet eine Anregung, auch im Bereich der Erkenntnisgewinnung zu differenzieren.

Die Schülerinnen und Schüler planen einen Versuch zur Ermittlung der Volumenarbeit (**M1**). Die Phase der Versuchsplanung wird im Sinn einer abgestuften Differenzierung durch Hilfekarten unterstützt (**M3**). Die erste Hilfekarte bietet in Textform einen gedanklichen Ausgangspunkt für die konkrete Versuchsplanung. Dabei werden zwei alternative Wege aufgezeigt. Bei der zweiten Hilfekarte werden zwei alternative Versuchsanordnungen bildlich gezeigt. Auch diese Karte verrät allerdings immer noch nicht die Planung im Detail, sodass eine eigene Denkleistung erforderlich ist. So müssen sich die Schülerinnen und Schüler beispielsweise überlegen, wie sie die Salzsäure zum Zink hinzugeben, damit nach dem Start der Reaktion das gesamte Wasserstoffgas für die Volumenbestimmung ohne Verluste aufgefangen werden kann.

Die Variante mit dem Kolbenprober dürfte für manche Schülerinnen und Schüler eher neu sein im Gegensatz zu dem pneumatischen Auffangen eines Gases. In diesem Fall bietet diese Versuchsvariante einen Anlass, im Chemieunterricht mit nicht alltäglichen Geräten zu arbeiten. Das pneumatische Auffangen führt jedoch zu genaueren Ergebnissen als der Aufbau mit dem Kolbenprober, da der Kolben aufgrund der Reibung nicht widerstandsfrei durch das hineinströmende Gas bewegt werden kann.

M1 Volumenarbeit

Volumenarbeit wird verrichtet, wenn auf ein **abgeschlossenes Gas** eine **Kraft** von außen wirkt und sich dabei das **Volumen** des **Gases ändert** (Beispiel: Mit einer Luftpumpe wird Luft in einen Reifen gepumpt) oder wenn im System selbst eine **chemische Reaktion** stattfindet, bei der die **Stoffmenge** an **gasförmigen Verbindungen** sich **ändert**.

Beispiel: Der Kolben im Zylinder eines Verbrennungsmotors wird durch die Ausdehnung der Gase bewegt, die durch die Verbrennung von Benzin gebildet werden.

Wenn die Stoffmenge an gasförmigen Stoffen größer auf der Produktseite als auf der Edukt-seite ist, vergrößert sich unter isobaren Bedingungen, d. h. bei konstantem Druck, das Volumen (**Expansion**), wodurch Volumenarbeit vom System an die Umgebung geleistet wird.

Bei einer Volumentkontraktion (**Volumenverminderung**) hingegen leistet die Umgebung Volumenarbeit an das System.

Unter der Bedingung, dass der Druck in dem Gas bei der Volumenänderung konstant ist, lässt sich die **Volumenänderungsarbeit** mit folgender Gleichung berechnen:

$$W = - p \cdot v \cdot \Delta V$$

Der atmosphärische Druck beträgt $p_0 = 101,3 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.



Hinweis: 1 atm = 101325 Pa = 1,01325 bar. Wobei $\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Für v berechnet man die Differenz zwischen der Stoffmenge gasförmiger Produkte und der Stoffmenge gasförmiger Edukte.

Bei der Beispielsgleichung $A_{(g)} + 2B_{(l)} \rightarrow 2C_{(g)} + D_{(s)}$ ist $v = 1 (2C_{(g)} - 1A_{(g)}) = 1$.